NATURAL HISTORY MUSEUM

EVRİM ATLASI

DOUGLAS PALMER
PETER BARRETT

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

Karşınızda yaşamın dört milyar yıllık öyküsünü anlatan sıra dışı bir kitap duruyor: *Evrim Atlası.*

Daha önce hiç görmediğiniz bir şekilde anlatılan bu öykü:
sizin öykünüzdür,
hepimizin öyküsüdür,
Dünya'da yaşayan bütün canlıların öyküsüdür.

Evrim Atlası'nın temelinde, bir araya getirildiğinde toplam uzunluğu yaklaşık 50 metreyi bulan, hayranlık uyandırıcı bir resim dizisi yatıyor. Denizlerde ortaya çıkan ilk mikroorganizmalardan günümüzün akıl almaz çeşitliliğindeki canlılarına; bir zamanlar gezegene hükmetmiş korku verici dinozorlardan, insanın ilk atalarına kadar yaşamın evrimi ayrıntılı resimler ve fosil kanıtlar eşliğinde sunuluyor.

Evrim Atlası'ndaki çığır açıcı görsel içerik yetkin bir anlatımla desteklenmiştir. Kitapta resmedilen bütün türlerin listesi, evrim kuramının arkaplanının anlatımı, illüstrasyonlarla anlatılan soy ağaçları ve en önemli fosillerin görülebileceği yerlerin ayrıntılarıyla bütünlenen kitap, yediden yetmişe tüm okurlar için eşsiz bir referanstır.

Evrim Atlası, doğaya yönelik uluslararası bilimsel çalışmalarda öncü bir kurum olan ve dünyanın en önemli doğa tarihi koleksiyonlarından birine ev sahipliği yapan **Natural History Museum**'un işbirliğiyle hazırlanmıştır.

EVRİM ATLASI



TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları



EVRİM ATLASI

YAŞAMIN ÖYKÜSÜ

DOUGLAS PALMER

İLLÜSTRASYONLAR: PETER BARRETT

ÇEVİRİ: ÇAĞLAR SUNAY - MUZAFFER ÖZGÜLEŞ

MITCHELL BEAZLEY

THE NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDON
(Doğal Tarih Müzesi, Londra)

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

EVRİM ATLASI: YAŞAMIN ÖYKÜSÜ

ORİJİNAL ADI
EVOLUTION: THE STORY OF LIFE

Çevirmenler: Çağlar Sunay - Muzaffer Özgüleş
Editör: Rûken Kızıler
Evrim Atlası'nda geçen coğrafi yer, cins, tür, devre ve devir adlarının Türkçe'ye uyarlanması konusundaki katkılarından dolayı Bilimsel Danışmanımız Prof. Dr. Mehmet Sakınç'a teşekkür ederiz.

First published in England in 2009 by Octopus Publishing Group Limited an Hachette Livre UK Company

Sertifika No: 11213

1. Baskı: Ağustos 2010

ISBN:978-9944-88-814-1
Genel Yayın: 1862

Tasarım: Philip Gilderdale
Editörler: Peter Taylor, Jon Asbury
Sanat Yönetmeni: Yasia Williams-Leedham, Tim Foster
Proje Müdürü: Giles Sparrow
Resim Seçici: Jenny Faithfull
Redaksiyon: Karin Fancett
Dizin: Sue Farr
Proje Asistanı: Peter Hunt

Çin'de basılmıştır.

TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI
İstiklal Caddesi, No: 144/4 Beyoğlu 34430 İstanbul
Tel. (0212) 252 39 91
Fax. (0212) 252 39 95
www.iskultur.com.tr

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

Kasım 1859'da dünyayı algılayışımızı sonsuza kadar değiştirecek, sıra dışı bir kitap yayımlandı. 50 yaşındaki Charles Darwin, yazdığı *Doğal Seçilim Yoluyla Türlerin Kökeni Üzerine*'de yaşamla ve onun gelişimiyle ilgili yeni bir kuramı –doğal seçilim yoluyla evrimi– destekleyen büyük miktarda kanıt derlemişti.



Darwin'in 150 yıl boyunca yapılan araştırma ve keşiflerle giderek güç kazanan kuramı, yeryüzündeki yaşamın öyküsünü anlamak için bize bir anahtar sunar. Bu öykünün ayrıntılarını bir araya getirmek çok uzun zaman almıştır ve öykü hâlâ tamamlanmaktan uzaktır. Birbirinden bağımsız birkaç kolda biriken kanıtlar, öyküdeki boşlukların doldurulmasını sağlar. Kayaların içinde korunan fosillerin yanı sıra, canlı organizmaların biyolojik ve genetik yapıları bu kollardan bazılarıdır.

Evrim Atlası'nda yaşamın fosillerde korunan tarihine, özel olarak da onun son 600 milyon yıl içindeki gelişimine odaklanılmıştır. Ama yaşamın 3,5 milyar yılı aşkın bir süre önce ortaya çıktığını gösteren, sağlam fosil kanıtların olduğunu unutmamalıyız –gözle görülebilir, çokhücreli organizmaların oluşması ve karmaşık yaşam biçimlerinin yalnızca hayatta kalmalarına değil, denizden karaya çıkabilmelerini de sağlayan koşulların gezegenimizde gelişmesi üç milyar yıldan fazla sürmüştür.

Darwin, kuramının ana hatlarını belirlediğinde evrime kanıt olarak fosillerden çokça söz etmekten özellikle kaçınmıştı. O dönemin fosil kayıtlarının hâlâ yetersiz olduğunun ve aslında uzman paleontologların çoğunun da evrim düşüncesine karşı olduğunun farkındaydı.

O zamandan bu yana evrim kuramının öngörü gücü, modern biyolojide, genetikte ve paleontolojide birbirini izleyen büyük keşifler sayesinde birçok kez doğrulandı –sanırım bu durum, Darwin'i memnun ederdi. *Evrim Atlası*, yaşamın ortak bir atadan evrimsel gelişiminin şaşırtıcı öyküsünü –dünyanın değişik bölgelerinde, içlerinde fosiller bulunan kaya tabakalarında korunmuş, geçmişe açılan, çok özel 100 pencerelik bir seçki üzerinden– betimliyor.

Farklı zaman kesitlerinde çekilen fotoğraflar, Dünya'nın sürekli değişen koşullarının ortasında, yaşam mücadelesinde ve uyum geliştirmede ortaya çıkan değişimleri resmediyor. Yaşam evrim sayesinde en zorlu engellere, hatta kitlesel yok oluş felaketleri sırasında canlı türlerinin çok büyük bir bölümünün yok olmasına karşın, varlığını sürdürmeyi başardı. Kurtulanlar, boşalan ortamları ve doğal yaşam alanlarını hızlı üreme yetenekleri sayesinde yeniden doldurdular ve bunu yaparken de yeni türler oluşturarak çeşitlendiler.

Aynı süreçlerin bugün de işbaşında olduğunu, St. Helens dağının bir zamanlar çorak olan yamaçlarında, tsunaminin süpürdüğü Hint Okyanusu kıyılarında ve çok yakında yangınlarla kavrulmuş olan Avustralya'da görüyoruz. Yaşam kendine kısa sürede bir dayanak buluverir. Gerçekte yeryüzündeki çok az bölge tümüyle çoraktır. Nitekim ışık ve biraz su olduğu sürece yosunların ve likenlerin çıplak kayaların bile üzerinde yetişebilmesi gibi, bütün canlı organizmalar da uyum sağlamayı ve evrim geçirmeyi sürdürebilir.

Evrim Atlası'nda yaşamın, dinamik gezegenimizdeki olağanüstü başarı öyküsü anlatılıyor; ama öykünün bitmesine daha çok var. Fosillerin yüzde birinden daha azı ortaya çıkartılmış ve tanımlanmış durumda. Üç milyar yıllık Prekambriyen tarihi, yaşamın kökenleri ve ilk aşamaları hâlâ neredeyse hiç bilinmiyor. Şu anki bilgimizin sınırlarının ötesinde, gelecek kuşakların araştıracağı, büyük bir "keşfedilmemiş ülke" duruyor.





EVRİM NEDİR?

Dünya gezegeni 4,5 milyar yılı aşkın bir süredir varlığını sürdürüyor ve yaşam da bu sürenin büyük bir bölümünde onun yüzeyinde değişik biçimlerde gelişiyor. Fosil kayıtlarından Dünya'da yaşayan canlıların zaman içinde köklü değişiklikler geçirdiği görülüyor. Bu, bizim bugün "evrim" dediğimiz olgudur.

Üremenin sonucunda yavrular arasında –temelde yatan ortak genetik donanımı kanıtlayan– çarpıcı benzerlikler ortaya çıkabilir. Bunlar da genellikle doğrudan ebeveynlerden birine bağlanabilir.

Yaşamın tarihi boyunca canlıların büyüklükleri, sayıları ve çeşitliliği değişmiştir -bugünkü yaşam, devam eden bir sürecin yalnızca anlık bir fotoğrafına karşılık gelir. Okyanuslardaki birhücreli kökenlerinden gelen yaşam, 3,5 milyar yılı aşkın bir sürede çeşitlenerek günümüzde karalara, tatlı sulara ve havaya da egemen olan canlılara ulaşmıştır. Yaşam kataloğu çok geniştir, tamamlanmamıştır ve belki de tamamlanamazdır. Bilim insanları on milyon dolayında olduğu tahmin edilen canlı türlerinin, şimdiye kadar ancak iki milyonunu tanımlamıştır.

Yaşam, okyanusların derinliklerinden dağların doruklarına, boş kutup düzlüklerinden kavurucu çöllere, kaynayan çamur havuzlarından kıraç tuz göllerine kadar Dünya'nın bütün değişik ve zorlu ortamlarını dolduracak şekilde çeşitlenmiştir. Hayvanların büyüklükleri, milimetre boyutlarındaki böceklerden 30 m boyunda ve 180 tondan daha ağır balinalara kadar değişir. Bütün canlılar düşünüldüğünde bu yelpaze çok daha uç noktalara ulaşır -mikroskobik bakterilerden apartman gibi yükselen ve ağırlığı 2000 tonu bulan dev ağaçlara kadar...



Bazı özellikler yavrularda baskın olma eğilimindedir. Yavruların küçük bir bölümündeyse daha az yaygın olarak kendini gösteren çekinik özellikler ortaya çıkar (yukarıda).

ÇEŞİTLİLİĞİ AÇIKLAMA

Yeryüzündeki yaşamın bolluğu ve çeşitliliği, büyük oranda Avrupa sömürgeciliği ve onu izleyen bilimsel "Aydınlanma"nın bir sonucu olarak, 18. yüzyılda açıkça görülmeye başlandı. Doğabilimciler, tıpkı çeşitli sınıflandırma planlarında olduğu gibi, gruplama yoluna giderek bu bolluğu gözler önüne sermenin mücadelesini verdiler. Aynı dönemlerde fosil kayıtlarına yönelik gelişen farkındalık, yaşamın aynı zamanda sürekli bir değişimin –açıklanması gereken bir değişim– tarihi olduğunu da ortaya koydu. "Değişerek türeme" denen bir yaklaşımla bu değişim açıklanabilirdi. Buna göre türler zaman içinde değişiyordu; öyle ki günümüz bitkileri ve hayvanları fosillerde görülenlerin soyundan geliyordu. Bu "evrimci" düşüncenin 1800'lü yılların başındaki ilk savunucularından biri Fransız biyolog Jean-Baptiste Lamarck'tı.

Zaman içinde oluşan böylesi biyolojik değişimleri açıklayan tutarlı bir kuram 19. yüzyılın ortalarına kadar ortaya çıkmadı. İki İngiliz doğabilimci, Charles Darwin ve Alfred Russel Wallace birbirlerinden bağımsız olarak ama aynı yaklaşımla bir kuram ileri sürdüler. Bu kuram ilk kez 1858'de "Türlerin Varyete Oluşturma Eğilimleri Üzerine ve Varyeteler ile Türlerin Doğal Seçilim Yoluyla Kalıcı Hale Gelmeleri Üzerine" başlıklı makalede yayımlandı.

Wallace'ın aklı, evrimin işleyiş mekanizmasına 1850 dolaylarında takılmışken Darwin, düşüncesini büyük Beagle keşif yolculuğundan döndükten kısa bir süre sonra, 1837'de, geliştirmeye başlamıştı. Bu nedenle ilk kuramlarını genişletmek açısından Darwin, Wallace'a göre daha ileri bir konumdaydı ve 1859'da da ünlü *Doğal Seçilim Yoluyla Türlerin Kökeni Üzerine ya da Yaşam Mücadelesinde Avantajlı Irkların Korunması* adlı kitabını yayımladı.

DOĞAL SEÇİLİM

Darwin'e göre yaşam tarihindeki değişimin en temel nedeni yavrularda kendi kendine ve rasgele ortaya çıkan ve bireye avantaj sağlayacak olan değişimlerin "doğal seçilimi"ydi. Darwin 1838'de, bu değişimler ile dönüşüm halindeki çevre



Çita gibi hızlı bir avcıyla bir yabandomuzunun arasında haksız bir yarış varmış gibi görünüyor. Ne var ki ölçül yabandomuzlarının üreme başarısı ve sayılarının çokluğu, her avı başarıyla sonuçlanmayan avcısının çok ötesindedir.





Laboratuvarlarda yetiştirilen meyvesinekleri, yukarıdaki sineğin yüzündeki çatallaşmış tüyler gibi genetik mutasyonların, topluluk içinde kendiliğinden ortaya çıktığını göstermiştir.

arasındaki karşılıklı etkileşimin, doğada sürekli olarak "biraz avantajlı olan bireylerin baskın olması ve tür oluşturmasıyla sonuçlanan" bir dengesizlik yarattığını fark etti.

Üremenin sonucunda yavrular arasında "temelde yatan ortak genetik donanımı kanıtlayan" çarpıcı benzerlikler ortaya çıkabilir. Bunlar da genellikle doğrudan ebeveynlerden birine bağlanabilir.

Darwin, bireylerin kendilerine benzeyen ve yetişkin hale gelip üreyecek kadar hayatta kalabilecek olandan daha çok yavru yaptığının farkındaydı. Bir topluluktaki bireyler birbirinden farklıdır. Onları farklı kılan bu özelliklerin çoğu da kalıtsaldır –bu kalıtsal özelliklerin yanı sıra, üreme sırasında kendiliğinden oluşan ve mutasyon olarak bilinen farklı genetik özellikler de yavrulara geçer.

Dünya'da yaşanabilecek alan sınırlı olduğundan hem topluluk içindeki bireylerin birbirleri arasında hem de topluluklar arasında yer ve kaynaklar için sürekli bir mücadele vardır. Birtakım avantajlı "özellik"leri olan bireyler, öteki bireyleri mücadele dışı bırakma eğiliminde olurlar ve taşıdıkları yararlı özellikleri yavrularına aktarırlar. Bu yavrular da sıraları geldiğinde, kendileri gibi avantajlı özellikler taşımayan bireylere göre daha başarılı olurlar.

İnsan nüfusu son 10.000 yılda çeşitlendi ve büyük bir patlama yaşadı: Yaklaşık bir milyondan altı milyarın üstünde bir sayıya ulaştı. İnsan topluluklarının birbirinden ayrılması, değişik fiziksel ve kültürel etkilere maruz kalması, dilde, görünüşte ve geleneklerde değişimlere yol açtı; ama hâlâ aynı türün, *Homo sapiens*'in, üyeleriyiz ve kendi aramızda üreyebiliyoruz.

Bunun da ötesinde ortam zamanla değiştiğinden o özel ortama uygun kalıtsal özellikler hep "seçilir". Böylece değişik ortamlarda yaşayan topluluklar, taşıdıkları özellikler açısından zamanla birbirlerinden uzaklaşırlar ve her biri kendi yaşadığı ortamın koşullarına giderek daha iyi uyum sağlar. Jeolojik devirler boyunca işleyen bu süreç, Dünya'daki zengin canlı çeşitliliğini oluşturmuştur.

150 yıl önce yayımlanışından bu yana Darwin'in kuramı, yaşamın tarihi ve biyoloji anlayışlarımızı birleştirdi ve yönlendirdi. 1866'da Avusturyalı rahip Gregor Mendel, modern genetik biliminin temellerini oluşturan çığır açıcı deneylerinin sonuçlarını (gerçi onlarca yıl fark edilmeden kalmışlardır) açıkladı. 1953'te Cambridge'li bilim insanları Francis Crick ve James Watson genetik özelliklerin aktarılmasını sağlayan ve evrim kuramının motoru olan karmaşık molekül DNA'nın ilk doğru modelini oluşturdu. Bugün Darwin'in büyük kuramını destekleyen "biyoloji bilimlerinin, özellikle de genetiğin ve paleontolojinin sağladığı" zengin bir kanıt birikimi vardır.





YAŞAMI DÜZENLEMEK

Evrim, zaman içinde bir türü yeni bir türe dönüştürecek şekilde işler ve ortak atalardan değişik toplulukların oluşmasına yol açar. Bu sürecin nasıl işlediğini anlayabilmek için öncelikle bir türü diğerlerinden ayırt edebilmek ve birbirlerine en çok benzeyen türleri de bulup gruplandırmak gerekir. 150 yıldır sürdürülen çalışmaların sonunda hâlâ yapılacak çok iş vardır.

İsveçli botanikçi Carl Linnaeus (yukarıda) canlıları sistemli bir biçimde cinslerine ve türlerine göre düzenledi.



Linnaeus her ne kadar sınıflandırmaya modern bir yaklaşım getirdiyse de insanın akrabalarının sınıflandırmasına –yani *Anthropomorpha*'ya– hâlâ trogloditleri ve Lucifer gibi masalsı yaratıkları da koyuyordu (yukarıda).

Bugün Dünya'da yaşayan birkaç milyon canlı ve yok olmuş sayısız tür arasında birbirlerine benzeyenleri gruplandırmak için hiyerarşik bir sınıflandırma şeması kullanmak çoğu kez uygun olur. Bu sınıflandırmalarda kullanılan ölçütlere dayanarak canlılar arasındaki bağların gerçek yakınlığı gösterilir. Bunun yanında, tıpkı bitkiler için yaygın olarak yapıldığı gibi, bu ölçütlerden tanımlama işlemlerinde de yararlanılır. Kuşkusuz böylesi bir şemanın geçerliliği için gerekli olan önkoşul, farklı organizmaları tanıma yeteneğidir; çünkü böylece birbirlerinden ayırt edilebilirler.

İnsanlar bitki ve hayvanları pratik nedenlerle adlandırmayı her zaman kullanışlı bulmuşlardır –örneğin olası yiyecekleri ve zehirleri tanımak için. Böylesi adlandırmalarda kullanılan adlar yerel ya da bölgesel olur. Halbuki başarılı bir iletişim ve tutarlı bir tanımlama açısından uluslararası bir adlandırma gereklidir. Nitekim doğabilimciler ikili sınıflandırmaya dayanan böyle bir şemayı birkaç yüzyıldır kullanıyor. Bu sistemde her canlıya Latince olarak bir cins ve bir de tür adı verilir –örneğin biz insanların bilimsel adı *Homo sapiens*'tir. Bu adın çevirisi "akıllı insan"dır –*Homo* (insan) cinsimizin adıdır ve *sapiens* ('akıllı') de türümüzün adıdır.

Bu adlandırma işlemi, ayrı türler olarak tanımlanan birçok organizmanın birbirine çok benzediği için aynı cinsin üyeleri olduğu bilgisini verir. Örneğin bizim cinsimiz *Homo*'nun altında artık on kadar tür tanımlanmış ve adlandırılmış durumdadır. Bunların arasında en iyi bilinenleri *Homo neanderthalensis* (Neandertal insanı) ve *Homo habilis*'tir (yetenekli insan).

İKİLİ SINIFLANDIRMA

1735'te İsveçli botanikçi Carl Linnaeus (1707-78) (daha çok Linnaeus olarak bilinir) o dönemde bilinen bütün hayvanların, bitkilerin ve minerallerin sistemli bir listesini yayımlamıştı. Bu listeyi oluştururken türleri cins, sıra ve sınıflara yerleştiren hiyerarşik bir sınıflandırma kullanmıştı. *Systema Naturae* adlı bu ince ciltte, ilk başta yalnızca birkaç yüz tür yer alıyordu. Liste sonraki yıllarda, Linnaeus daha çok bilgi topladıkça, giderek büyüdü.

1758'de yayımlanan 10. baskıya gelindiğinde *Systema*'da altı sınıfta toplanmış 4200'den çok hayvan ve 7200 bitki türü





Doğabilimciler hâlâ Linnaeus'un Latince cins ve tür adından oluşan ikili şemasını kullanıyor (solda).

yer alıyordu. Linnaeus bu baskıda Latince ikili sistemi kullanmıştı; türümüzü de *Homo sapiens* olarak sınıflandırmış, maymunlar ve insansı maymunlarla birlikte Antropomorpha Sırası'na (daha sonra bu adı Primat Sırası olarak değiştirdi) yerleştirmişti. Evrimle ilgili herhangi bir anlatım içermemekle birlikte kitabın bu baskısı bilimsel "Linnaeusçu" (Linneci) sınıflandırmanın temeli olarak kabul edilmiştir.

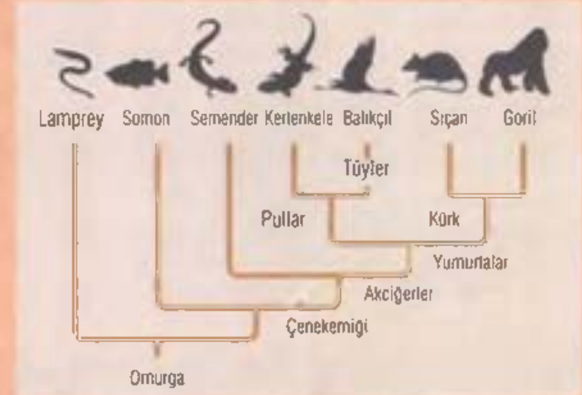
Bununla birlikte böyle sınıflandırma şemaları doğabilimcileri, canlı gruplarını adlandırmanın temelleri üzerine düşünmeye yöneltti. Hayvan sınıflarından balıklar (Pisces) ikiyaşayışlılar (Amphibia), sürüngenler (Reptilia), kuşlar (Aves) ve memeliler (Mammalia) gibi bazı kategoriler çok doğal gruplar gibi görünüyorlardı; artık günümüzde çoğunun daha karmaşık olduğu biliniyor. Yalnızca Mammalia sınıf düzeyinde kalabildi. Nitekim Linnaeus'un zooloji gruplandırmalarının çoğu Aristoteles'e kadar uzanıyordu; bundan dolayı balıkları yüzgeç kemiklerine göre, kuşları ayaklarına ve gagalarına göre ve memelileri de ayak parmaklarıyla dişlerine göre gruplara ayırmıştı.

Darwin'in *Türlerin Kökeni*'nde kendisinin de açıkça belirttiği gibi "(...) doğal sınıflandırma sistemi, değişerek türeme üzerine kuruludur; (...) iki ya da daha çok türün arasındaki gerçek yakınlığı gösteren özellikler (...) ortak bir atadan geçmiştir ve şu ana kadar yapılan bütün gerçek sınıflandırma da soya dayanır (...) bilinmeyen bir yaratılış planına dayanmaz." Bu türeyiş tarihini, Alman evrimci Ernst Haeckel (1834-1919) filogeni diye adlandırır.

Dallanan filogeniler başlangıçta kaçınılmaz olarak Linnaeusçu sınıflandırmaya dayanıyordu. Bu sınıflandırmada, ilkel atalardan daha gelişmiş alt soylara doğru giden ve "ağacın" tepesine insanın yerleştirildiği, doğrusal hatlı bir evrimsel "ilerleme" düşüncesi vardı. Böylesi bir bakış açısındaki hatalar artık yaygın olarak fark edilmiş durumdadır. Bugün biyolojik sınıflandırma, 1950'li yıllarda Alman böcekbilimci Willi Hennig'in öncülük ettiği yeni bir yaklaşımı benimsemiştir. Filogenetik sistematik ya da "kladistik" olarak adlandırılan bu yaklaşımda yalnızca bir ata ve onun soyundan gelenlerin hepsinin (buna monofiletik grup denir) yer aldığı klad adı verilen dallarda doğal bir sınıflandırma elde edilmeye çalışılır.

Bu yeni yaklaşım sayesinde biyolojik sınıflandırmada son 25-30 yılda bir devrim yaşanmış ve onun sayesinde hiç beklenmedik birçok evrimsel ilişki ortaya çıkartılmıştır (ayrıntılı bilgi için *bkz.* s. 248-9.). Örneğin kuşlar artık dinozor kladının bir parçası olarak görülüyor ve timsahlarla aynı atayı paylaşıyorlar. Kuşların bu filogenetik yeniden sınıflandırması, dinozorların da tümüyle yok olmadığı anlamına geliyor. Onların bazı tüylü alt soyları Kretase kitlesel yok oluşundan kurtulmayı başarmış ve aşırı başarılı bir yayılım patlaması geçirerek modern kuşlara –neognatlar– evrilmişlerdir.

Alman biyolog Ernst Haeckel Darwinci evrimin büyük bir destekçisiydi. Birçok modern bilim insanının tersine insanın ilk olarak Afrika'da değil de Asya'da ortaya çıktığını düşünüyordu (yukarıda).



Ortak özellikleri olan canlılar arasındaki evrimsel ilişkiler kladogram denen, dallanan şemalarla gösterilebilir (yukarıda).



Darwin tutkulu bir kınkanatlı koleksiyoncusuydu. Kınkanatlıların çeşitliliğinden ve bolluğundan büyülenirdi. Onlar 350.000 dolayında adlandırılmış türle, açık ara farkla yaşayan en yaygın canlılardır. Kınkanatlıları sınıflandırma görevi göz korkutucudur ve kladistiğin yöntemleri bu sorunu çözmek için geliştirilmiştir (solda).

KİTAP HAKKINDA ÖNBİLGİLER

Evrim Atlası'nda yaşamın Dünya'daki sıra dışı öyküsü –okyanuslardaki mikrobik yaşamın birkaç milyar yıl içinde, bugün denizlerde, karalarda ve havadaki canlı bolluğuna ve çeşitliliğine doğru gelişimi– ele alınmıştır. Bu olağanüstü öykü, her biri Dünya'nın uzun geçmişinde, zamanda ve mekânda özel bir anı betimleyen "pencere"lerle anlatılmıştır.

EVRİMİN ÖYKÜSÜ

Dünya'nın değişik bölgelerindeki en iyi yüz fosil sahasından oluşan bir seçki, birbirini izleyen resimli canlandırmalar şeklinde sunulmuştur. Ortamların ayrıntıları ve sakinleri, şu anki bilimsel bilgilerin izin verdiği ölçüde doğru biçimde resmedilmiştir.

Mekânlar, dünyanın en iyi bilinen ve en önemli fosil sahalarını temsil edecek şekilde, özenle seçilmiştir. Bu sahalar British Columbia'daki 510 milyon yıllık Burgess Shale gibi iyi korunmuş ve ulaşılabilir Dünya Mirası Sahalarından, fosilleri ancak müze koleksiyonlarında görülebilen Belçika'daki Bernissart kömür madeni gibi uzun zaman önce tüketilmiş ve terk edilmiş ünlü tarihsel sahalara kadar çeşitlilik gösterir.

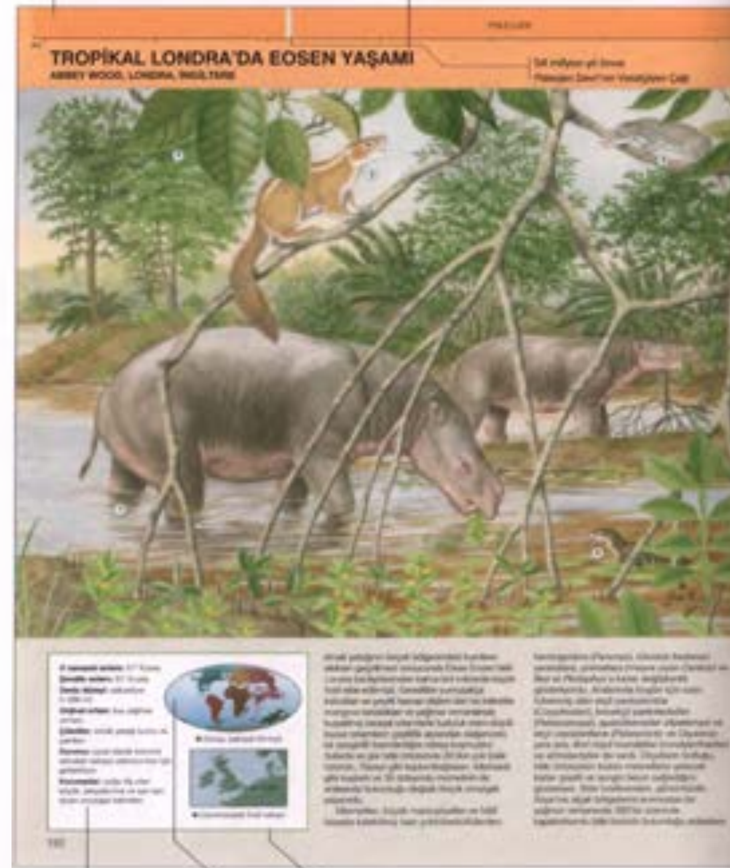
Her resimde betimlenen canlılar hem kendi dönemlerinin ve bölgelerinin temsilcileri olarak hem de yaşamın evrimindeki önemleri göz önüne alınarak seçilmişlerdir. Bu canlılar, ilkel mikroskobik stromatolitlerden ve daha iyi bilinen trilobitler ile ammonitlerden Karbonifer kömür yataklarının dev bitki ve böceklerine, Mesozoyik'in ünlü dinozorlarından Afrika'da yalnızca birkaç milyon yıl önce yaşamış, australopithecinler gibi insanın soyu tükenmiş atalarına kadar değişmektedir.

Bütün bu manzaralar için gereken ham veriler, her sahadaki kaya tabakalarından ve onlarca yıllık çalışmaların sonunda ortaya çıkartılan fosillerden oluşur. Bu kayalar, kemikler ve kabuklar çoğunlukla orijinal renklerini ve dokularını yitirmiştir; sıkıştırmanın etkisiyle yassılaşmışlardır ve fosilleşme sürecinde mineralleşmişlerdir. Onları yorumlama ve yeniden oluşturma süreci, özellikle de canlıların soyunun tükendiği ve karşılaştırmada yararlanılabilecek, yaşayan bir akrabalarının kalmadığı durumlar için –tıpkı son 150 yıl içinde dinozor fosilleri için yapılan radikal yeniden yorumlamaların çoğunda görüldüğü gibi– hâlâ devam etmektedir.

Kronolojik olarak düzenlenen resimler, ortalama aralığı 6 milyon yıl olan "film kareleri"nden bir dizi oluşturur. Bu görsel olaylar dizisi, okuyucuyu bir ortamdan alıp kesintisiz biçimde bir sonraki ortama taşıyan, Dünya'nın her yanında dolaşan ve yeri geldiğinde karadan denize geçen bir film sekansı gibi kurgulanmıştır.

Zaman çizelgesi
Her sayfa ikilisinin en üstündeki çubukta, mekân jeolojik zaman içindeki bağlamına oturtulur.

Tarih bilgisi
Ayrıntılı jeolojik bağlam ve kesin tarih bilgisi verilir.



Özel bilgi
O sahada geçmiş önemli olaylar, mekânın durumu ve oradan çıkartılan fosillerin niteliği özet olarak verilir.

Eski coğrafya
Sürüklenen tektonik plakalar milyonlarca yılda yeryüzünü yavaşça şekillendirir. Bu haritada söz konusu dönemdeki Dünya gösterilir.

Sahanın konumu
Sahanın günümüz haritasındaki yeri gösterilir.

YAYGIN KULLANILAN TERİM VE KISALTMALAR

Biyota: Bir sahanın ya da bir bölgenin bütün fauna ve florası.

BÖ: "Bugünden önce"nin kısaltması.

Buzullaşma: Yavaş ilerleyen buzun karalar üzerindeki yayılımı.

Cins: Ortak bir soy hattından gelen türlerin oluşturduğu grup.

Çağ (Yaş): Özel bir fosil faunasının varlığıyla ayırt edilen, görece kısa bir jeolojik zaman birimi.

Çökel (Yatak): Belli bir kaya tabakasındaki malzeme birikimi.

Devir (Periyot): Genellikle on milyonlarca yıl uzunluğunda olan jeolojik zaman birimi.

Devre (Epok): Devirden daha küçük jeolojik zaman birimi. Epoklar, çağlara bölünmüştür.

Gelişmiş: Bir organizmanın ilkel durumundakine göre değişmiş bir özelliği.

İlkel: Bir organizmanın, atasında görülene yakın bir özelliği.

Myö: "Milyon yıl önce"nin kısaltması.

Özellik: Canlılar arasındaki yakınlık ilişkilerini saptamak için kullanılan nitelik.

Tür: Taşıdıkları genetik benzerlikler nedeniyle kendi aralarında başarıyla üreyebilen canlı grubu.

Uyarlanma: Bir canlının belirli bir ortama ve yaşam biçimine uyum göstermesini sağlayan biyolojik değişim.

Üstzaman (Eon): En uzun jeolojik zaman birimi.

Zaman (Era): Başlangıcını ve sonunu, yaşamın çeşitliliğinde ortaya çıkan önemli olayların oluşturduğu çok uzun zaman birimi. Bir "zaman" birkaç devirden oluşur.

SAHA ADLARI DİZİNİ

Resimlerde görülen bütün sahalar, dizinde alfabetik olarak listelenmiştir. Bu sayede sahaya, onun tarihine, gezilebilme olanağına, değişik düzeylerde ileri okumalara ve yararlı web sitelerine ilişkin ek bilgi sunulur. Her maddeye, asıl türler listesi bölümündeki türlere gönderme yapan, genişletilmiş bir türler listesi eşlik etmektedir.



Renkli şeritler
Sayfanın üstündeki renkli şeritler, Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği'nin zaman ölçeğindekilerle uyumludur.

İklim ve biyota bilgisi
Ana şeritteki yazılarla, iklim ve yaygın fosillerin durum bilgisinin de aralarında olduğu temel özelliklere hızlı ve basit bir giriş sağlanır.

Büyüteç
Bu simgenin üzerinde durduğu tür, sayfanın altında ayrıntılı olarak anlatılır.

Panoramik resim
Her resimde o sahaya ve dönemin yaşamına ilişkin en son bilgiler bir araya getirilmiştir.

Fotoğraf makinesi
Bu simgenin üzerinde durduğu türe yönelik bir fosil fotoğrafı ve açıklama, sayfanın altında yer alır.

Kanıt fotoğraf
Zaman zaman fosil fotoğraflarıyla birlikte hem resmin oluşturulmasında yararlanılan veriler hem de bazı ilginç türler hakkında ayrıntılı bilgi aktarılır.

Tür listesi
Bu kutuda, resimde soldan sağa doğru numaralanmış bütün türlerin ve önemli nesnelerin listesi bulunur.

Yakın çekim
Bazı ilgi çekici türler yakın çekim resimlerle daha ayrıntılı gösterilir. Onlara ilişkin ek bilgi de verilir.

YAŞAM AĞAÇLARI

Fosillere, anatomik ve genetik kanıtlara dayanan ve kladogram olarak da bilinen, ayrıntılı 22 "soyağacı" şemasıyla yaşamın öyküsü ve onun soy hattı farklı bir açıdan anlatılır. Bu şemalar sayesinde değişik tür gruplarının arasında bazen hiç umulmadık akrabalık bağları gözler önüne serilir.



Kladistik
Yaşam Ağaçları bölümünde türleri soy hatlarına göre gruplandıran ve yeni bir yöntem olan kladistikten yararlanılmıştır.

Giriş
Kladistik ve kladogramların çizilişi 250. sayfada ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

AYRINTILI TÜR DİZİNİ

Kitabın bu geniş bölümünde çokhücreli yaşamın temel grupları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu grupların evrimsel tarih kayıtları ve özgün özellikleri anlatılmıştır. Her grubun temsilcilerinin, resimli canlandırma sayfalarında bulunmasını kolaylaştıran dizinler de verilmiştir.

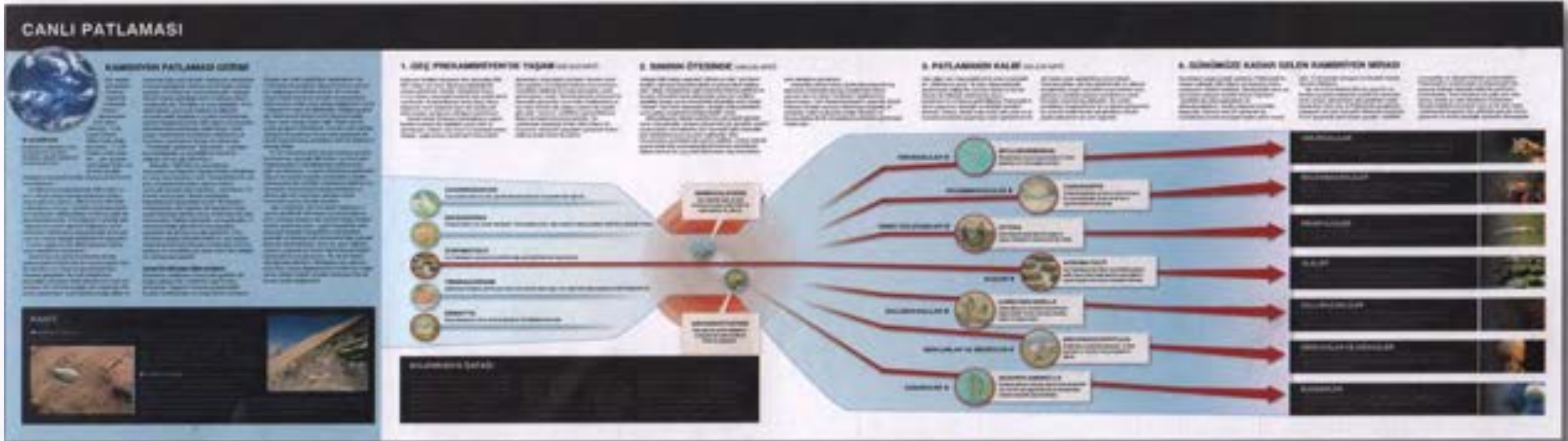


Yaşamın gruplamaları
Her listenin üstünde yer alan bilgilerde, göndermede kolaylık sağlamak için başka gruplarla olan akrabalıklar da gösterilir.

Latince adlar
Değişik gruplamalar, uluslararası kabul görmüş Latince adlarıyla listede yer alır.

KATLANMIŞ SAYFALAR

Yaşamın tarihinde dönüm noktası olan iki olay, kitapta açılabilir sayfalar şeklinde verilmiştir. Bunlardan ilki, "Kambriyen Patlaması" olarak da bilinen ve yaklaşık 520 milyon yıl önce, çokhücreli hayvanların çok kısa bir sürede sayıca ve tür olarak çokça artmasıdır. İkinci olay da dinozorların yok olduğu ve yaşam sahnesine memelilerin çıktığı Geç Kretase kitlesel yok oluşudur (yaşamın tarihindeki birkaç kitlesel yok oluştan biri). İki açılabilen sayfada da olaylar ayrıntılı olarak betimlenmiş ve önemleri vurgulanarak arkalarında bıraktıkları kanıtlar sunulmuştur. Ayrıntılı şemalarla, yaşamın olay öncesinde, olay sırasında ve olaydan sonraki öyküsü ortaya konmuş ve o olayın mirasının bugün yeryüzündeki yaşamı hâlâ nasıl etkilediği açıklanmıştır.



B
C
D
1
A

EVRİMİN BİLİMİ

1859'da Charles Darwin, dâhiyane kuramı "doğal seçilim yoluyla evrim"i dünyaya açıkladığı *Türlerin Kökeni* adlı kitabını yayımladı. Darwin'in 20 yıllık çalışmanın sonunda ortaya çıkan kuramı, hayal bile edilemeyecek kadar eski ve soyu tükenmiş, garip yaratıklarla dolu bir Dünya'nın varlığına yönelik giderek artan kanıtları açıklayan bir yanıttı --türlerin zaman içinde dönüşümünün basit ama zarif bir modeliydi. O tarihten sonraki 150 yıl içinde yeni fosil keşifleri yaşamın tarihinin barındırdığı gerçek çeşitliliği gözler önüne serdi. Bu arada genetik bilimi, evrimin arkasında yatan mekanizmanın sırlarını çözdü ve şimdi de bize yaşayan türler arasındaki akrabalık ilişkileri üzerine çalışmak için yeni yollar sunuyor.



12 Şubat 1809'da doğan Charles Darwin, *Beagle* yolculuğuna çıktığında yalnızca 22 yaşındaydı (yukarıda).

DARWIN VE *BEAGLE*

İngiltere'de Shropshire'da 12 Şubat 1809'da doğan Charles Darwin, varlıklı bir doktorun altı çocuğundan beşincisiydi. Yaşama, tanınmış bir ailede, ümit verici bir başlangıç yapmasına karşın, Darwin'in kariyerinde –ve bizim de doğayı anlayışımızda– belirleyici olan, HMS *Beagle* ile yaptığı beş yıllık yolculuk ve araştırmalar olmuştur.

Darwin'in yaşamının ilk yılları hiç de bir bilim kahramanından bekleneceği gibi geçmedi. Çocukluğunda herhangi bir alana özel bir ilgi duymadı, okulda dikkat çekici bir başarısı olmadı ve büyüdüğünde ne yapması gerektiğine ilişkin bir düşüncesi de yoktu. Gençlik tutkuları doğa tarihi, binicilik ve atıcılıktı. İlk seçimi olan Edinburgh Üniversitesi'ndeki tıp eğitimi başarısızlıkla sonuçlandı. Evine ve düş kırıklığına uğramış babasına döndü. Ne var ki Edinburgh'dayken gelecek vaat eden doğabilimci Robert Grant ile tanıştı. Grant de Darwin'i hem Lamarkçı evrim düşüncesiyle hem de hayatının geri kalanında özel ilgi alanı olacak deniz omurgasızlarıyla tanıştırdı –Darwin'in bu alandaki çalışmaları 1842'de yayımladığı *Mercan Resiflerinin Yapısı ve Dağılımı* adlı kitapla doruğuna ulaşacaktır.



1837'de *Beagle* yolculuğundan döndükten tam bir yıl sonra Darwin evrim ağacının ilk karalamalarını yaptı –çekingence yazılmış bir "Bence" başlığıyla (yukarıda).

CAMBRIDGE VE BÖCEKLER

Darwin'in sonraki seçimi, 19. yüzyılın başlarında birçok gencin izlediği bir kariyerdi: Cambridge Üniversitesi'nin ardından İngiltere Kilisesi'nin bir rahibi olarak rahat bir kırsal yaşam sürmek. Cambridge'de Darwin, tıpkı akranlarının çoğu gibi, iyi zaman geçirmek ve elindekinden fazlasını harcamakla tanındı. Bunun yanında, böcek toplamak için çevredeki kırsal bölgelere düzenlenen uzun keşif gezilerine çıkıp ortadan kaybolmasıyla da biliniyordu. En azından doğa tarihi konusunda ciddiydi ve çalışmaları botanik profesörü saygıdeğer John Henslow tarafından teşvik ediliyordu –eşsiz değeri ileride anlaşılacak bir ilişki. Zorunlu olarak alması gereken üniversite dersleri arasında klasikler, ilahiyat ve matematik vardı ama Darwin, Henslow'un derslerine ve saha gezilerine mutlaka katılırdı. Kısa sürede "Henslow'la yürüyen adam" olarak anılmaya başlandı. Bu arada Alexander von Humboldt'un Güney Amerika'da yaptığı yolculukların defterlerini okuyan Darwin'de, az araştırılmış bu kıtanın doğasının zenginliği ve çeşitliliğine yönelik bir merak uyandı.

BEAGLE YOLCULUĞU

1831'de Henslow onu HMS *Beagle* gemisinin kaptanı Robert FitzRoy'a önerdiğinde Darwin'in karşısına hayatının fırsatı çıkmış oldu. FitzRoy, Güney Amerika'ya daha önce gitmişti. Şimdi de kıyı haritalarını çıkarma işini tamamlamak için dönüş yolculuğuna çıkmak üzereydi. Dönemin saygın bilim çevrelerinin bir üyesi olan Henslow, genç ve yetenekli aristokrat deniz subayı FitzRoy'un yolculukta kendisine arkadaşlık edecek, jeoloji ve doğa tarihine meraklı, uygun bir beyefendi aradığını duymuştu. Gerçi bu duruma Darwin'in babası karşı çıktı ama dayısı Josiah Wedgwood (ünlü İngiliz porselen üreticisi) Darwin'e destek çıkarak araya girdi. Darwin, usulüne uygun olarak FitzRoy tarafından mülakata alındı. İlk başta bazı kuşkuları olmasına karşın FitzRoy onu kabul etti. Darwin'in yeni görevleri olan jeologluğa ve doğabilimciliğe hazırlanması için az zamanı vardı. Ama Cambridge'deki bağlantıları ona üniversitenin Woodwardian profesörü olan saygıdeğer Adam Sedgwick'in izniyle "hızlandırılmış jeoloji kursu" ayarladılar. Böylece çekiç, birkaç silah, koleksiyonlar için gereken bol miktarda malzeme ve Charles Lyell'in yakınlarda yayımlanan –çok yaşlı bir Dünya'nın varlığını gösteren kanıtları çok iyi açıklayan ve dayanak noktası olarak "bugün geçmişin anahtarıdır"ı alan– *Jeolojinin İlkeleri* adlı kitabının ilk cildinin de yer aldığı küçük bir kütüphaneyle donanmış olarak Darwin, 27 Aralık 1831'de yola çıktı. 2 Ekim 1836'ya kadar da dönmedi.



HMS *Beagle* yalnızca 30 m boyunda, silahlı bir araştırma gemisiydi. Geminin kaptanlığını, 1831'de İngiltere'den ayrıldıklarında 26 yaşında olan Robert FitzRoy yapıyordu.



Beagle yolculuğu sırasında Darwin'in topladığı çok sayıda böceğin bir bölümü, toplandıkları yerlerin işarellendiği yolculuk haritasıyla birlikte görülüyor (yukarıda).

Henslow'a "Bütün yolculuk boyunca temel amacım, jeolojiyle ve omurgasız hayvanlarla ilgilenmek olacak," diye yazan Darwin'de, iyi bir jeolog ve doğabilimci olma tutkusu uyanmıştı. Önce düş kırıklığı içinde Humboldt ve onun doğabilimci öncüllerinin zaten her şeyi bulmuş olduklarını düşündü. Bununla birlikte çalışkan ve dikkatli bir toplayıcıydı ve fırsat buldukça Cambridge'deki Henslow'a çok sayıda örnek gönderiyordu. Sonunda Henslow'dan örneklerin çoğunun özgünlüğüne yönelik coşkulu bir yanıt aldığında Darwin, bir öğrenci arkadaşının dediği gibi, "bir köy kilisesinin lojmanında yaşamımı sürdürüp insanlara kendi bilmediğim –cennete giden– bir yolu göstermek" yerine, doğa tarihine adanmış bir ömür geçirmek istediğinden giderek daha da emin olmaya başlamıştı.

Darwin'in kendi entelektüel yolculuğunda *Beagle*'ın oynadığı role ilişkin popüler görüşün tersine, gördüklerinin ve topladıklarının anlam ve önemi bu genç adamda yavaş yavaş canlanmıştır. Örneğin Galapagos Takımadaları'nda değişik adalardaki farklılaşmış türlerin büyük öneminin farkına, yolculuktan sonra kuşbilimci John Gould, onun dikkatini çekinceye kadar varamamıştır. Etkin yanardağlar ve depremler gibi bazı başka gözlemler, genç ve deneyimsiz Darwin'de birtakım etkileri çok daha çabuk uyandırıyordu.

Bir de elinin altındaki sınırlı olanaklarla topladığı bir yığın kaya, fosil ve canlının tanımlanması sorunu vardı. Darwin'se şimdiye kadar yalnızca onların güzelliklerine takılıp kalmıştı. Yavaş yavaş döneminin genel kabul görmüş bilgilerini sorgulamaya başladı –1836'dan sonra çeşitli konular hakkında tuttuğu çok sayıda defter ve günlükle açığa çıkan, entelektüel bir yolculuk. Türler hakkındaki defterlerini 1837'de tutmaya başladı ve bu çalışması 1859'da *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanmasıyla sonuçlandı. İnsan üzerine notlar almaya da 1838'de başlamıştı; ama 1871'de *İnsanın Türeyişi ve Seksüel Seçme*'nin yayımlanmasına kadar geçen "düşüncelerinin olgunlaşma süreci" daha uzun oldu.



Fransız doğabilimci Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) ilk evrim kuramlarından –artık yanlış kabul edilen– birini geliştirmişti (yukarıda).



Darwin, Galapagos ispinozlarının evrim açısından önemini, kuşbilimci John Gould kuşların benzersizliklerine dikkatini çekinceye kadar fark edememişti (yukarıda).

Darwin, Galapagosların deniz iguanalarını sevmezdi; onları "en çirkin ve hantal kertenkeleler" olarak betimlerdi. Ne var ki onların, benzersiz beslenme alışkanlıkları da dikkatinden kaçmamıştı. İguanalar, tanımlanan ilk dinozorlardan biri –İguanadon– için de model olmuşlardı (aşağıda).





Uzun yaşamı boyunca Charles Darwin çok sayıda bilimsel makale, monografi ve yedi kadar da kitap yazdı. *Türlerin Kökeni*'nin dışındaki kitapları mercan resiflerinin biyolojisi ve insanın ataları gibi konular üzerineydi (yukarıda).

KÖKEN VE ÖTESİ

Beagle'da geçirdiği yıllarda topladığı verilerin zenginliğine ve onların kendisine verdiği esine karşın, Darwin'in kuramını oluşturması ve yayımlamaya hazır duruma getirmesi uzun yıllarını aldı –öyle ki neredeyse ondan önce yayımlanıyordu . Bununla birlikte, yayımlandığında Darwin'in yapıtının çok derin etkileri oldu.

Beş yıllık dünya yolculuğundan sonra Darwin, ailesinin Shrewsbury'deki evine 5 Ekim 1836'da döndü. Ertesi yıl Londra'ya taşındı. Koleksiyonlarını ilgili uzmanlara dağıttı ve 1838'de dönemin en dinamik bilimsel derneklerinden biri olan Londra Jeoloji Derneği'nin sekreterliğine atandı. *Araştırma Günlükleri*'nin ilk baskısını yayımlattı. Kuzeni Emma Wedgwood ile Ocak 1839'da evlendi ve aynı yılın sonlarında ilk çocukları doğdu. Genç doğabilimci hızla hem oturaklı bir aile babasına hem de yeni gelişmekte olan jeoloji, zooloji ve botanik gibi akademik bilimlerde dünyaya öncülük eden Londra elitlerinin genç bir üyesine dönüşüyordu. 1842-46 arasında Darwin kendini daha çok bir jeolog olarak görüyordu. Bu dönemde mercan resifleri, volkanik adalar ve Güney Amerika üzerine jeoloji gözlemleriyle ilgili kitaplar yayımladı.

EVRİM DÜŞÜNCESİNİN GELİŞİMİ

Bu arada, Darwin türlerin dönüşümüne, biyolojik evrime ve bu konuların insandaki karşılıklarına yönelik kendi geliştirdiği düşünceleri defterlerine yazıyordu. 1839'da Cambridge'deki akıl hocası Henslow'a "Türlerin kökenine ve çeşitlenmesine ışık tutabilecek her türlü olguyu düzenli olarak toplamayı sürdürüyorum," diye yazmıştı. Bu sırada Galapagos ispinozlarının birbirinden ayrı ama yakın akraba türler olduğu konusunda kendisini uyaran John Gould gibi uzmanlara gönderdiği örneklere ilişkin önemli bilgiler de ona gelmeye başlamıştı.



Thomas Henry Huxley'in, Darwin-Wallace evrim kuramına yazıları ve popüler dersleriyle verdiği ateşli destek, fikrin daha yaygın kabul görmesine ve bu arada kendisinin de "Darwin'in buldoğu" olarak anılmasına yol açtı (yukarıda).



Darwin, evcil hayvanların üremelerini ve onlara uygulanan yapay seçilimi inceledi; gönderdiği omurgalı örneklerinin çoğu üzerinde çalışan ve 1842'de sürüngenlerin ayrı bir kategorisi olarak dinozorları 'bulan' anatomici Richard Owen'dan fosil kayıtlarına, zamana ve türlere ilişkin bilgiler edindi.

1842'ye gelindiğinde Darwin'in evrime ilişkin düşünceleri, 35 sayfalık bir taslak metin hazırlayacak yeterliliğe ulaşmıştı. 1844'e gelindiğinde 250 sayfalık bir metin hazırlamıştı. Bunun bir kopyasını botanikçi Joseph Dalton Hooker'a 1847'de gönderdi. 1850'li yıllarda Darwin'in takipçilerinin sayısı arttı ve bunların arasına genç ve dinamik zoolog Thomas Henry Huxley (1825-95) de katıldı. Bu sırada Darwin, hem yaşayan hem de fosil kaya midyeleri üzerine 8 yıldır süren bir çalışmasının sonuçlarını 1851 ile 1854 yılları arasında yayımladı; bu sayede onun yetkin bir zoolog olduğu iyice anlaşıldı.

Bu araştırma sayesinde Darwin, en etkin şekli sınırlı kaynaklar için girişilen yoğun rekabette görülen, türleşmedeki ayrışma ilkesini geliştirdi. Bir başka deyişle Darwin, doğada rekabetin hep var olagelen bir olgu olduğunu fark etti. Topluluklarda birtakım varyasyonlar her zaman olduğu için sonuç, koşullara en iyi uyan uyarlanmaların doğal seçilimiydi. Coğrafi yalıtılmışlık, türleşmeye yol açan ve ekolojik baskılarla eşit düzeyde, hatta belki de daha önemli birkaç olası koşuldan yalnızca biriydi.

ALFRED RUSSEL WALLACE (1823-1913)



Alfred Russel Wallace, yaşamını kazanmak için tropikal bölgelerde yaşayan egzotik bitki ve hayvanları toplayan profesyonel bir koleksiyoncu olmak amacıyla öğretmenliği bırakmış bir doğabilimciydi. Asıl olarak Güney Amerika'dan ve Malay takımadalarından örnekler toplamıştır. Wallace buralarda kazandığı deneyimlere dayanarak, türlerin farklı biçimlerde olduğunu ve ortamdaki birtakım değişikliklerin kötü uyum gösterenlerin yok olmasına ve iyi uyum sağlayanların da hayatta kalıp yaşamlarını sürdürmesine yol açtığını fark etti. Bir başka deyişle evrim kuramının temel konularına ilişkin, Darwin'den bağımsız olarak ama onunla aynı sonuçlara ulaştı. 1858'in başında Wallace makalesini Londra'daki Linnean Derneği'ne gönderdi. O makale "Türlerin Varyete Oluşturma Eğilimleri Üzerine ve Varyetelerle Türlerin Doğal Seçilim Yoluyla Yaşamlarını Sürdürmeleri Üzerine" başlığıyla ve Darwin'in 1857'de Amerikalı botanikçi Asa Gray'e gönderdiği –evrime ilişkin düşüncelerini açıkladığı– bir mektubun bir bölümüyle yine Darwin'in evrim üzerine elyazmalarının özetiyle birlikte yayımlandı.



BEKLENMEDİK REKABET

1855'te Darwin, Asya'nın güneydoğusunda çalışan genç doğabilimci Alfred Russel Wallace'ın kuramsal bir makalesini ilgiyle okudu. Wallace bu makalesinde yeni türlerin, akrabaları olan türlerin egemenliğindeki bölgelerde ortaya çıkma eğiliminde olduğunu ileri sürüyordu. O zamana değin Darwin'in arkadaşları, benzer düşünceleri olan birileri ortaya çıkmadan, kuramını yayımlaması için Darwin'i sürekli yüreklendirmişlerdi. 1858 baharında Darwin iki cilt olmasını planladığı çalışmasının on bölümünü bitirmişti. Ancak Haziran 1858'de Darwin, Wallace'ın gönderdiği bir elyazması makaleyi aldığında şaşkınlıktan serseme döndü. Wallace'ın metni, türlerdeki belli varyetelerin varlıklarını sürdürmesinin doğal seçilim süreçleriyle sağlandığını açıklayan bir kuramının taslağıydı.

Darwin, kendi evrim kuramının anahtar olgusunu Wallace'ın da bağımsız bir şekilde geliştirmiş olmasının şaşkınlığını yaşıyordu. Neyse ki Darwin'in bilimsel arkadaş çevresi, onun formülasyonunun bağımsızlığının ve öncelliğinin anlaşılmasını sağlayan, iki isimli bir yayının Linnean Derneği'nde yayımlanmasını ayarladılar. Gerçi Linnean Derneği'nin makaleleri bilim camiasınca genellikle pek önemsenmiyordu ama evrim kuramı alanında bir rakibinin ortaya çıkışı Darwin'i acil olarak böyle bir harekete yöneltmişti. Temmuz 1858'de Darwin, yazmayı planladığı daha uzun kitabın yerine, düşüncelerini anlattığı, kitap boyutunda bir 'özet' üzerinde çalışmaya başladı. Mayıs 1859'da kanıtlar üzerinde çalışıyordu. 24 Kasım'da da 500 sayfalık *Doğal Seçilim Yoluyla Türlerin Kökeni Üzerine ya da Yaşam Mücadelesinde Avantajlı Irkların Korunması*'nı yayımladı. İlk baskısı 1250 adet yapılan kitabın tamamı daha ilk günden satıldı.

Darwin, 1844'te yazarsız bir yapıt olarak yayımlanan *Yaratılışın Doğa Tarihinin İzleri* adlı kitabın içerdiği evrim hakkındaki düşüncelere karşı yapılan yoğun eleştirilere benzer, düşmanca eleştirileri, kitabının da alacağı konusunda önceden uyarılmıştı. O da hassas bir konu olan insan evrimini kitabında tartışmaktan bilerek kaçınmış ve yalnızca 'İnsanın kökenine ve tarihine de ışık tutulacaktır.' öngörüsünü bırakmıştı. Ne var ki kitapta 'yeryüzünde yaşamış bütün organik varlıklar, yaşamın ilk soluğunu aldığı tek bir ilksel yaşam biçiminin soyundan gelir' sonucuna varmış olmasına rağmen, okurlar kendi sonuçlarını kolayca çıkarabilirlerdi. Darwin 1871'e değin, ilk çatışmaların büyük bölümünün yaşanıp kazanıldığı süre boyunca, insanın kökenine ilişkin ve bütün evrimsel öykülerdeki cinsel rekabetin önemi hakkındaki ayrıntılı görüşlerinin ana hatlarını açıklamadı.

İnsanın türeyişiyle ilgili düşüncelerinden dolayı Darwin'in sık sık maymun olarak karikatürleri yapılırdı –tıpkı bu 19. yüzyıl Fransız karikatüründe, saflık, batıl inanç ve cehalet çemberlerinin içinden sıçrayarak geçen bir maymun olarak gösterildiği gibi. Burada halkaları tutan kişi de Darwin'in sözde "din karşıtı" düşüncelerinin destekçisi olan düşünür ve doktor Emile Littre'dir (1801-81) (yan sayfada).

YAŞAM VE ZAMAN

Kaya tabakalarını ve ilgili fosilleri gösteren ilk jeolojik kesitlerden birini William Buckland (1784-1856) çizmiştir (yan sayfada).

Evrimin öyküsünü anlayabilmek için soyu tükenmiş canlıları kronolojik bir bağlama yerleştirmenin büyük önemi vardır –böylelikle önce yaşamış olanları, sonra yaşamış olanları ve bir arada yaşamış olanları biliriz. Bunu yapmak için bilim insanları jeolojik zaman ölçeğini birçok bölüme ve altbölüme ayırmıştır.

19. yüzyılın başlarında jeolojik haritalar, yeryüzünün değişik bölgelerinde yüzeye çıkmış silsile halindeki kaya tabakalarının zengin doğasını ve muazzam kalınlıklarını giderek daha çok gözler önüne seriyordu. Endüstri Devrimi sırasında kömür, demir ve kireçtaşı gibi doğal kaynaklara olan talep arttığı için ulusal jeoloji taramaları yaptırılmaya başlanmıştı.

1780'de bilinmeyen bir deniz sürüngenine (artık Mosasaurus olarak adlandırılıyor) ait dev çene kemiği fosilinin keşfi, yaşayan hayvanlardan tümüyle farklı bazı hayvanların soylarının geçmişte tükendiğini ilk kez kanıtlamıştı (yukarıda).

Jeolojik haritalamanın yöntem ve teknikleri ilk olarak Avrupa'da geliştirildi. Tortul tabakaların sıralı ve katmanlı yapısı Rönesans İtalyası'nda keşfedildi. Ortaçağdan beri gelişen Alman madenciliği kıvrılmış ve kırılmış tabakaların üç boyutlu geometrisini ortaya çıkardı. 18. yüzyılın ikinci yarısında İngiliz ve Fransız jeologlar birbirlerinden bağımsız olarak ardışık tabakaları saptamada ve ayrı yerlerde yüzeylenmiş tabakalar arasında ilişki kurmada fosillerden yararlanılabileceğini fark ettiler.

Taşocaklarında çalışanlar tarih boyunca bölgesel kaya tiplerini en göze çarpan özelliklerine göre –Fransa'nın kuzeyinde ve Belçika'da "Katranlı Toprak" (sonradan Karbonifer kömür yatakları olduğu anlaşıldı), Almanya'daki "Kabuklu Kireçtaşları (Muschelkalk-Orta Triyas) ve İngiltere"deki "Mavi Lias" (Lias-Erken Jura) gibi– adlandırmışlardı. Jeolojik haritalama geliştikçe değişik bölgeler, ülkeler ve kıtalar arasında tanınabilecek yeni ve daha evrensel altbölümlerin oluşturulması gereği doğdu.

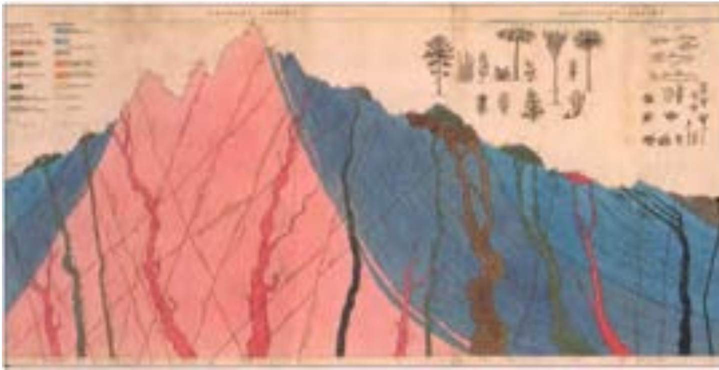
Tabakalar için daha geniş kabul gören adlardan oluşan hiyerarşik bir yapı, tabakaların temel bölümlerinden olan Jura gibi jeolojik zamanın "devir"lerini temsil edegelen "sistem"lerle birlikte aşamalı olarak geliştirildi. Daha yeni tabakalar eskilerin üzerine geldiğinden, sistemler de kronolojik olarak erken, orta ve geç bölümlere karşılık gelen aşağı, orta ve üst "devre"lere bölündü. Bu kitapta da bundan sonra böyle kronolojik terimler kullanılacaktır. Birçok bölümün Silüriyen Devri'nin Wenlock Devresi gibi tarihsel adı da vardır. Devreler de çoğunun yine Kretase Devri'nin Geç Devresi'nin Maastrihtiyen Çağı gibi tarihsel adları olan "çağ"lara bölünmüştür.

ZAMANIN DERİNLİKLERİ VE ESKİ YAŞAM

1860'a gelindiğinde devir adlarının çoğu kabul edilmişti. Oxford Üniversitesi'nden jeoloji profesörü John Phillips içlerindeki belli fosillerin dağılımından yola çıkarak devirlerin yakın, orta ve eski yaşamı temsilen Kenozoyik, Mesozoyik ve Paleozoyik zamanlar altında gruplandırılmasının yararlı olacağını fark etti. Böylece Kenozoyik "Memeliler Çağı" olarak, Mesozoyik "Sürüngenler Çağı" olarak, Geç Paleozoyik "Balıklar Çağı" ve Erken Paleozoyik de "Kabuklu Deniz Hayvanları Çağı" olarak tanımlandı.

Bu zaman tablosunda uluslararası bilim camiasınca kabul edilmiş jeolojik zaman bölümleri görülüyor.

ÜST-ZAMAN	ZAMAN	Devir	Devre	Çağ
ARKEEN	EOARKEEN			
ARKEEN	PALEOARKEEN			
ARKEEN	MESOARKEEN			
ARKEEN	NEOARKEEN			
PROTEROZOYİK	PALEOPROTEROZOYİK	Sideriyen		
PROTEROZOYİK	PALEOPROTEROZOYİK	Riyasiyen		
PROTEROZOYİK	PALEOPROTEROZOYİK	Orosiriyen		
PROTEROZOYİK	PALEOPROTEROZOYİK	Stateriyen		
PROTEROZOYİK	MESOPROTEROZOYİK	Kalimmiyen		
PROTEROZOYİK	MESOPROTEROZOYİK	Ektaziyen		
PROTEROZOYİK	MESOPROTEROZOYİK	Steniyen		
PROTEROZOYİK	NEOPROTEROZOYİK	Toniyen		
PROTEROZOYİK	NEOPROTEROZOYİK	Kriyogeniyen		
PROTEROZOYİK	NEOPROTEROZOYİK	Ediakaran		
	PALEOZOYİK	Kambriyen	Erken	
	PALEOZOYİK	Kambriyen	Orta	
	PALEOZOYİK	Kambriyen	Furongiyen	Paybiyen
	PALEOZOYİK	Kambriyen	Furongiyen	
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Erken	Tremadosiyen
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Erken	
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Orta	
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Orta	Darriviliyen
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Geç	
	PALEOZOYİK	Ordovisiyen	Geç	Hirnantiyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Landoveriyen	Rudaniyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Landoveriyen	Aeroniyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Landoveriyen	Teliçiyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Venlokiyen	Şeynvudiyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Venlokiyen	Homeriyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Ludloviyen	Gorstiyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Ludloviyen	Ludfordiyen
	PALEOZOYİK	Silüriyen	Pridoliyen	
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Erken	Lokoviyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Erken	Pragiyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Erken	Emsiyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Orta	Eyfeliyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Orta	Givetiyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Geç	Frasniyen
	PALEOZOYİK	Devoniyen	Geç	Famenniyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Mississipiyen)	Erken	Turneziyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Mississipiyen)	Orta	Vizeyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Mississipiyen)	Geç	Serpukoviyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Pensilvaniyen)	Erken	Başkiriyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Pensilvaniyen)	Orta	Moskoviyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Pensilvaniyen)	Geç	Kasimoviyen
	PALEOZOYİK	Karbonifer (Pensilvaniyen)	Geç	Gzeliyen
	PALEOZOYİK	Permiyen	Cisuraliyen	Asseliyen
	PALEOZOYİK	Permiyen	Cisuraliyen	Sakmariyen
	PALEOZOYİK	Permiyen	Cisuraliyen	Artinskiyen
	PALEOZOYİK	Permiyen	Cisuraliyen	Kunguriyen
	PALEOZOYİK	Permiyen		Roadiyen



Jeolojik zamanın temel "zaman"larının bu adları hâlâ kullanılıyor olsa da yapılan son keşifler nedeniyle onlarla fosil grupları arasındaki ilişkilendirme biraz bulanıklaşmıştır.

Ama "zaman"lar arasındaki sınırlar hâlâ çok belirgindir –artık kitlesel yok oluş olaylarıyla tanınıyorlar. Paleozoyik'in sonunda canlıların yüzde 85'inden çoğunun soyu tükenmişti. Mesozoyik'in sonunda (dev bir asteroitin çarpmasıyla imlenen) dinozorlar da (kuşların dışındakiler) dahil canlıların yüzde 65'inin soyu tükenmişti.

Jeolojik tabaka silsilelerinin onlarca kilometre derine indiği ve en altta da kalınlığı bilinmeyen Prekambriyen tabakaları olduğu anlaşılmıştı. İlk başlarda bunların yaşamdan yoksun oldukları düşünüldüğü için bunlara "Azoyik" denmişti. Bugün yaşamın Dünya'nın gelişiminin çok erken dönemlerinde ortaya çıktığını biliyoruz. Prekambriyen'in uçsuz bucaksızlığı artık yedi zamana ve bu zamanlardan en yakın üçü de devirlere bölünmüştür.

Bilinen tabakaları kazıp oyarak evrensel olarak kabul edilen birimleri oluşturmak uluslararası jeoloji camiasının 200 yılı aşkın zamanını almıştır. Bu sürede bir de kayaların yavaş işleyen jeolojik süreçlerle yükselmesinin, aşınmasının, yer değiştirmesinin, dönüşümlü olarak dizilmesinin çok çok uzun sürelerde olduğunun farkına varılmıştır. Bütün bunlara karşın, 1950'li yıllarda radyometrik tarihlendirmedeki ilerlemelere dek Dünya'nın kaç yaşında olduğunu kimse bilememiştir.

KAYALARIN YAŞINI NASIL HESAPLIYORUZ?

Kayaların radyometrik tarihlendirmesi doğal bir sürece dayanır. Bu da belli bazı elementlerin izotoplarının sabit hızlarla bozunarak "kardeş izotop"lara dönüşmesi sürecidir. Bir kristaldeki asıl izotopun kardeş izotopa oranını ölçerek asıl izotopun bozunmaya ne zaman başladığı hesaplanabilir. Bu da genellikle kayalarda eriyik durumdan kristalleşmenin başladığı ana, radyokarbon izotopları söz konusu olduğunda da odun ya da kemik gibi asıl organik maddenin oluştuğu ana karşılık gelir. Radyokarbon kardeş izotopların yarılanma ömrü görece kısa olduğundan bu yöntem 55.000 yıldan genç organik maddeler için kullanılabilir. Jeolojik zamanların radyometrik tarihlendirmesi için ancak bir zamanlar lav gibi eriyik durumda olan kayalardan yararlanılabilir. Tortul kayaların çoğu radyometrik yöntemle tarihlendirilemez.



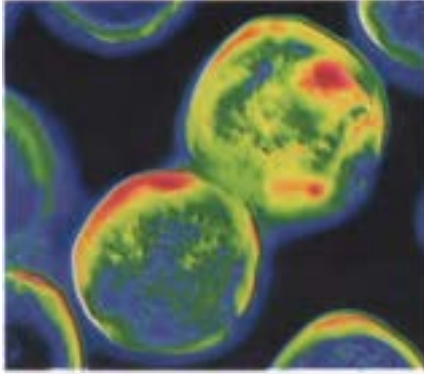


Zaman / Devir	Dönem	Çağ	Katlar
FANEROZOYİK		Guadalupiyen	Wordiyen, Kaptaniyen
		Lopingiyen	Vuçiapingiyen, Çangsingiyen
MESOZOYİK	Triyas	Erken	İndiyen, Olenekiyen
		Orta	Anisiyen, Ladiniyen
		Geç	Karniyen, Noriyen, Retiyen
	Jura	Erken	Hettangiyen, Sinemuriyen, Pliyensbahiyen, Toarsiyen
		Orta	Aaleniyen, Bayosiyen, Batoniyen, Kalloviyen
		Geç	Oksfordiyen, Kimmeriçiyen, Titoniyen
	Kretase	Erken	Berriyasiyen, Valanjiniyen, Hoteriviyen, Barremiyen, Apsiyen, Albiyen
		Geç	Senomaniyen, Turoniyen, Koniyasiyen, Santoniyen, Kampaniyen, Maastrihtiyen
KENOZOYİK	Paleojen	Paleosen	Daniyen, Selandiyen, Tanetiyen
		Eosen	İpresiyen, Lütesiyen, Bartoniyen, Priyaboniyen
		Oligosen	Rupeliyen, Şattiyen
	Neojen	Miyosen	Akitaniyen, Burdigaliyen, Langiyen, Serravaliyen, Tortoniyen, Mesiniyen
		Pliyosen	Zankliyen, Piyasensiyen, Gelasiyen
		Pleyistosen	
		Holosen	

YAŞAMIN ÖRÜNTÜSÜ

Darwin evrime ilişkin düşüncelerini neredeyse tümüyle canlı türler üzerine yaptığı çalışmalara dayandırarak geliştirmişti –o dönemde fosil kayıtlarına ve yaşamın uzun tarihine yönelik çalışmalar daha başlangıç aşamasındaydı ve fosillerin, onun kuramının doğruluğunu kesin biçimde kanıtlamasına biraz daha vardı.

Aminoasitler organik yaşamın temel malzemesi olan proteinlerin yapıtaşlarıdır (yukarıda).

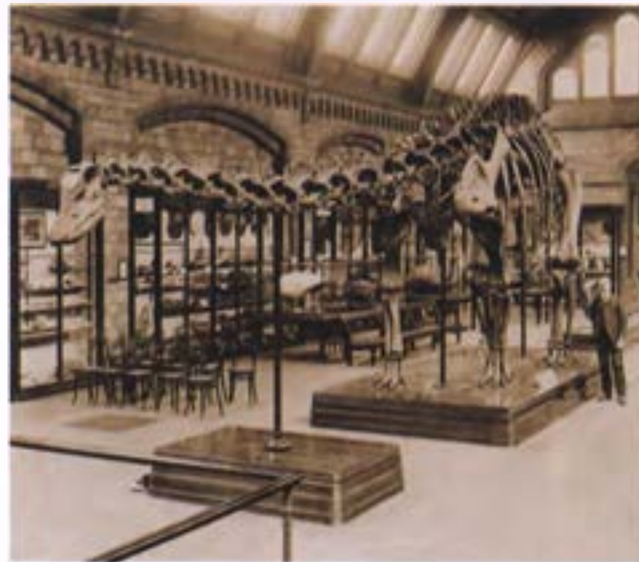


Ne kadar karmaşık olursa olsun bütün canlıların denizlerdeki tekhücreli mikroskobik canlılardan türemiş olması, devrimsel ve kimileri için de bir o kadar rahatsız edici bir düşüncedir (yukarıda).

19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde Darwin evrim kuramını geliştirmeye çalışıyordu. Kaya kayıtları boyunca fosillerin dağılımının belli bir örüntü içinde olduğu çok açıktı. Fosil barındıran en eski tabakalar Kambriyen'deydi ve trilobit ile graptolit gibi deniz omurgasızlarının egemenliğindeydi. İlk balıklar ve kara bitkileri Devoniyen'de, ilk sürüngenler ve ikiyaşayışlılar da Karbonifer'in "kömür yataklarında" –ilk büyük ormanların kalıntıları– ortaya çıkmışlardı. Ichthyosaurlar ve plesiosaurlar gibi soyu tükenmiş deniz canlıları, uçan pterosaurlar ve son olarak da 1842'ye kadar ayrı bir fosil grubu sayılmayan dinozorların keşfedilmesinden sonra Mesozoyik Zaman artık Sürüngenler Çağı olarak görülmeye başlanmıştı. O sıralarda ilkel memelilerin Jura devrinde ortalıkta olduğu ve 1860'lı yıllarda da kuşların Geç Jura'da ortaya çıktığı biliniyordu. Fosil kayıtlarında henüz ortaya çıkmamış tek grup insanlardı.

1820'li yıllarda tanınmış Fransız anatomici Georges Cuvier, –Nuh Tufanı'nın kurbanları olduğu düşünülen– insan kalıntılarının varlığıyla ilgili önceki iddiaların düzmece olduğunu ortaya çıkartmıştı. Cuvier aynı zamanda Fransa'daki bazı Kenozoyik katmanlarda ilk primat fosillerini bulmuş ve onları adlandırmıştı. Dolayısıyla insanlığın, tanrısal bir gücün özel bir yaratım eyleminin sonucunda ortaya çıktığını ileri sürmek hâlâ olanaklıydı. Ne var ki 19. yüzyılın ortalarında, Buzul Çağı'nda soyu tükenen bazı hayvanlarla birlikte insan benzeri türlerin varlığını gösteren hem paleoantropolejik kanıtlar hem de fosiller yığını giderek büyümeye başlamıştı. 1868'e gelindiğinde insanla ilişkili, soyu tükenmiş ilk tür *–Homo neanderthalensis–* adlandırılmıştı. Ama insanların fosil geçmişinin ve insan evrimine ilişkin artan kanıtların akademi dünyasınca genel kabul görmesi için yirmi yıl kadar bir sürenin daha geçmesi gerekti.

Artan sayıda keşfin sergilenmesi amacıyla yapılan müzelere, halkın yeni ortaya çıkan "tanrılar" olan bilim ve teknolojiye tapınacağı "katedraller" gözüyle bakılıyordu (sağda).



KAYIP HALKALAR

Darwin 19. yüzyılın ilk yarısındaki fosil kayıtlarının doğasının gayet farkındaydı. Onun evrim kuramı için ata soylara ait bazı yapıların altsoylarda da olduğunu gösteren fosil kanıtların olması gerekiyordu; çünkü sonuç olarak bütün yaşam, tek bir ortak atadan türemiş ve çeşitlenmişti. Ama o da çok iyi biliyordu ki temel canlı grupları için ortak atalarda bulunan yapılar daha ortaya çıkarılamamıştı. Darwin onların yokluğunu temelde kaya ve fosil kayıtlarının "şimdilik" eksik oluşuna bağlıyordu.

Darwin'in bir başka önemli sorunu da Prekambriyen tabakalarından hiç fosil çıkmayışıydı. Erken Kambriyen tabakalarında dallıbacaklılar ve trilobitler gibi birkaç değişik omurgasız grubu olduğuna göre onların ataları da Prekambriyen'de yaşamış olmalıydı. Darwin, o canlıların olmayışının kendi kuramının eksik bir yanı olduğunu düşünüyordu ama Prekambriyen fosillerinin eninde sonunda bulunacağını da öngörüyordu. Haklıydı; ama Prekambriyen'deki yaşama ait inandırıcı kanıtların Rusya ve Kanada'da ortaya çıkması da 1950'li yıllara değin gerçekleşemedi. O zamandan beri Kambriyen yaşamının aniden çeşitlenivermesinin şaşırtıcı gerçekliğini ortaya koyan kayıtlar, en az 3,5 milyar yıl geriye kadar götürüldü.

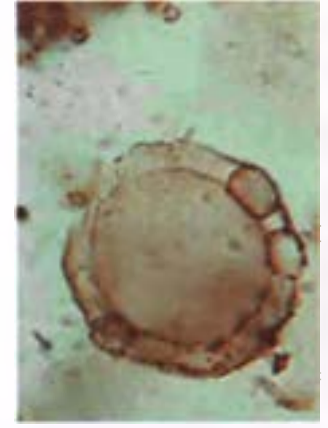
Yaşamın en eski kalıntıları arasında kimyasal fosiller bulunur. Bunların böyle adlandırılmasının nedeni o dönemden elde kalan bütün hücre kalıntılarının inorganik

moleküllerden ayırt edilebilen karmaşık organik moleküller olmasıdır. Bunlar Grönland'ın başkalaşmış şeylleri içinde grafit parçacıkları biçiminde 3,7 milyar yılı aşkın bir zamandır korunmuştur.

BOŞLUKLARI DOLDURMAK

En basit canlı organizmaların modern genetik analizleri, yaşamın üç ana domainde toplanabileceğini göstermiştir. Bunlardan bakteriler en eski ve ilkel gruptur; onları arkeler izler ve 2 milyar yıldan daha az bir süre önce arkelerden de ökaryotlar çıkmıştır. Ökaryotlar, tekhücreli amiplerden çokhücreli bitkilere, hayvanlara ve mantarlara kadar bildiğimiz bütün tanıdık canlıları içerir.

Soyu tükenmiş birçok canlı grubunun fosillerinin bulunmasıyla Darwin'in "fosil kayıtlarının eksikliği" sorunu bugün büyük oranda çözülmüştür. Eldeki fosiller birçok temel evrimsel gelişmeyi –suda yaşayan balıklardan karada yaşayan dört bacaklı hayvanlara geçişte ortaya çıkan iki çift uzuv, dinozorlarda ve onların altsoyu olan kuşlarda ortaya çıkan tüyler ve kanatlar ve bizim primat atalarımızda ortaya çıkan iki ayak üzerinde dik yürüme gibi– fazlasıyla gözler önüne sermektedir.



Darwin'in ilkel canlıların fosillerinin Prekambriyen tabakalarında eninde sonunda bulunacağına yönelik evrimsel beklentileri, 1950'li yıllarda Kanada'nın Superior Gölü'ndeki 2 milyar yaşındaki kayalarda mikroskobik fosiller bulunana kadar doğrulanamadı (yukarıda).

Mantarlar
89.000

Virüsler
1.000

Monerler ve diğerleri
4.800

Protistler
30.000

Algler
27.000

Öteki hayvanlar
116.000

Kordalılar
43.000

Damarlı bitkiler

Eklembacaklılar altıbacaklı olmayanlar
123.000

Eklembacaklılar altıbacaklılar (böcekler)
925.000

Günümüzde bilinen türlerin yer aldığı bu şemada (solda) canlı çeşitliliğinin büyük bir bölümünün birkaç grupla –özellikle damarlı bitkilerde ve eklembacaklılarda– yoğunlaşlığı görülüyor. Ne var ki günümüzdeki bütün canlı çeşitliliğine yönelik bilgilerimiz arttıkça mikrobik grupların bütün bu grupların ötesinde sayılara ulaşması olasılığı ortaya çıkıyor. Geçmişte yaşam olasılıkla benzer bir örüntü izlemiştir, fosil kayıtlarıysa, başka yönlere doğru çarpıklık göstermiştir –kabuklu yumuşakçalar gibi korunabilen sert kısımları olan canlılara doğru.

FOSİL NEDİR?



Fosiller geçmiş yaşamın ayaklarımızın altındaki kayalarda korunmuş kayıtlarıdır. Bu kayıtlar bize yaşamın, okyanuslarda 3,5 milyar yıldan daha önce ortaya çıktığını, o zamandan beri evrim geçirerek suda yaşayan mikroskobik canlılardan çeşitlendiğini ve bugün tahmin edilen 10 milyon kadar farklı canlı türüne ulaştığını anlatır. Canlıların yüzde 99'undan çoğunun soyu tükenmiştir. Bu nedenle evrimin bütün öyküsünü anlatabilmemiz, geçmiş yaşamın bu ender rastlanan kalıntıları üzerine çalışmalarımıza ve onlara ilişkin yorumlarımıza bağlıdır.

Soyu tükenmiş trilobitler eklembacaklı olduklarından ve kalıntılarının büyük bölümü büyümeyi sağlamak için düzenli olarak dökülen ayrı parçalardan oluştuğu için dış iskeletin bütün halinde korunduğu örneklere ender rastlanır (yukarıda).

Deniz tabanındaki bu kemikler birkaç hafta önce ölmüş bir balinadan geriye kalanlar. Yumuşak dokular –yengeçlerden köpekbalıklarına kadar daha büyük birçok leşçil hayvanı saymasak da– birçok mikroorganizma için iyi bir yiyecek kaynağı olduğundan suyun altında bile çok ender korunur. Yine de bu kalıntıların hâlâ gömülebilme, korunabilme ve bir gün, tıpkı yan sayfadakiler gibi, yeniden ortaya çıkabilme şansı vardır (aşağıda).

Fosillerin çoğu, soyu tükenmiş canlıların fiziksel ve kimyasal olarak sağlam bölümleridir. Yüz milyonlarca yılda birikerek oluşmuş ve tabakabilimsel kaya kayıtları olarak bilinen çok çok eski tortul tabakalar arasında gömülü olarak dururlar. Organik kalıntıların, kaya kayıtlarının bir parçası olma süreci çok karmaşıktır. Bu süreçte geçmiş canlıların çok küçük bir yüzdesi ancak korunabilir. Dünya tarihi boyunca yaşamış yüz milyonlarca canlı türünden bugüne kadar yalnızca birkaç yüz bin türün fosilleri bulunmuş ve tanımlanmıştır. Fosilleşme sürecinde organik kalıntılar genellikle tanınmayacak hale gelirler.

Bir paleontoloji müzesine düzenlenen gezide fosillerin tipik olarak taş renginde ve kayaya benzeyen görünümleri olduğu, çoğunlukla kayaların yüzeyinde yassılaşmış olarak bulunduğu ve sepya fotoğraflarını andırdığı görülür. Oysa onlar da bir zamanlar soluyan, hareket eden, canlı organizmalardı. Birtakım kemiklerin ve kabukların yapısının korunduğu üç boyutlu fosiller de vardır; ama fosilleşme süreci bu organik kalıntıları da gerçek kemik ya da kabuktan daha ağır ve sert, orijinal renklerini yitirmiş kaya benzeri bir hale sokmuştur.

Canlı yaratıkların kalıntılarını bu kadar çok bilgi kaybıyla fosillere dönüştüren süreç, onların büyük popülaritesine de garip bir şekilde katkıda bulunur. İnsanlar acayip görünüşlü fosilleri gördüklerinde tıpkı doldurulmuş hayvanları hatta bazı canlı hayvanları gördüklerinde duydukları heyecanın aynısını duyuyor gibidirler. Fosil müzeleri geçmiş yaşamın tek renkli, taşlaşmış kalıntılarıyla dolu mozole ve anıtlardır; ama geçmiş zamanların eşsiz ve bazen garip yaşamının halka açık sergilenen kayıtlarını da muhafaza ederler.

Yüzyıllardan beri paleontologlar fosil kayıtlarının doğasını anlamaya ve bu kayıtları yeryüzünde evrim geçiren yaşamın tarihi olarak okumaya çabaladılar. Kuşkusuz Darwin, modern paleontolojinin kendi evrim kuramının öngörülerinin bu kadar büyük bir bölümünü doğrulamasından çok memnun olurdu.

FOSİLLERİN SORUNU

Eski Yunan ve Çin'den beri –Kolofon'lu Ksenofanes (MÖ 570-490 dolayları) fosillere ilişkin ilk kez yazdığından beri- fosillerin gerçek yapısı çok uzun ve yoğun bir tartışmaya neden olmuştur. Birçok fosil, geçmiş canlıların kalıntıları gibi görünür ama aynı zamanda belirgin biçimde farklı bir inorganik malzeme olarak da korunmuştur. Örneğin bir fosilin dış görünüşü deniztarağı ya da denizkestanesi gibi bir deniz canlısına benzeyebilir; ama aslında yaşayan deniztarağı ya da denizkestanelerinin kabuklarını oluşturan kalsiyum karbonattan çok farklı bir mineral olan silisli çakmaktaşından oluşmuştur.

Bugün, fosilleşmenin fosilleşen maddenin kimyasal bileşimi üzerinde köklü etkileri olduğunu biliyoruz. Ama ilk doğabilimciler yalnızca fosilleri oluşturan minerallerin, canlıların kabuklarını ya da iskeletlerini oluşturan minerallerden çok kayaların yapısındaki minerallere yakın olduğunu görüyorlardı.

Bu nedenle kimileri, fosillerin kaya tabakaları arasında ortaya çıkan ve canlı organizmalarla yüzeysel ve yanıltıcı benzerlikler taşıyan cansız yapılar olabileceğini tartışmıştı. Bu mantık



Hayvanlar, tıpkı burada görülen öküz başlı ceylanların ani bir sel baskınıyla sürüklenip ölmesi gibi bazı felaketler yüzünden birden tortu tabakalarının altında kalabilirler (solda).



Kıkırdaklı balıklardan olan kopekbalıkları ve manta vatozlarının çok ender fosilleşen, kıkırdaktan iskeletleri vardır. Bu yüzden onlardan artakalan tek şey mineralleşmiş dişleridir –fosil kayıtların belli bazı canlılara iltimas geçercesine saptığını gösteren örneklerden biri.

yürütme şeklini desteklemek için de birçok fosilin, günümüzdeki karşılıklarının yaşadıkları ortamlardan çok farklı yerlerde ortaya çıktığına dikkat çekiyorlardı. Örneğin denizkestanesine benzeyen fosiller, bugün benzerlerinin yaşadığı denizlerden çok, uzaktaki dağların yamaçlarındaki kaya tabakalarında bulunuyordu. Kayaları oluştukları bölgelerden çok uzaktaki yerlere taşıyan yeryüzü hareketlerini anlamamız daha çok yenidir.

Bu tür sorunlar Rönesans dönemine kadar çözülemeden kaldı. Yeni gelişen bilimsel inceleme yöntemlerini kullanan bir dizi doğabilimci, fosillerin gerçekten de organik olan yapılarının iyice tartışıldığı birtakım örnekler üretti. Örneğin 17. yüzyılın ortasında İtalya'da yaşayan Danimarkalı doktor Niels Stensen (Steno olarak da bilinir) incelemek amacıyla bir köpekbalığını kesmiş ve onun dişlerini Akdeniz kıyılarında yaygın olarak bulunan ve "dil taşı (Glossopetra)" diye bilinen fosilleşmiş köpekbalığı dişleriyle karşılaştırmıştı. Stensen "dil taşları" için, hatta karaların iç bölgelerinde bulunanlar için bile en akla yakın açıklamanın, "çok eski zamanlarda yaşayan köpekbalıklarının dişleri", olduğunu gösterdi. Bunun yanında doğabilimciler, denizlerin geçmişte karaların iyice içlerine kadar girmiş olduğunu da gösteren kanıtlar buldular.

Günümüzde artık okul çağındaki çocuklar bile fosillerin bir zamanlar yaşamış canlıların kalıntıları olduğu gerçeğini biliyor. Ama buna karşın, dikkatli olmayanların bu alanda düşebileceği hâlâ birçok tuzak da var. Hatta uzman paleontologlar bile birtakım kalıntıların gerçek fosil olup olmadığına karar vermede sorun yaşayabiliyorlar –buna örnek olarak eski Avustralya çörtlerinde korunduğu ileri sürülen mikroorganizmalara (*bkz.* 38. sayfa) ya da Mars'tan gelen göktaşlarında görülen ve mikroorganizma olduğu ileri sürülen yapılara ilişkin tartışmaları inceleyebilirsiniz.



Neredeyse eksiksiz bu iguanadont dinozoru kafatası, Belçika'daki bir kömür madeninden çıkartılan birçok eksiksiz iskeletten biridir ve bitkilerle beslenen bu dinozora ilişkin ayrıntılı bilgiler verir (yukarıda).



Jeolojik yükselme, erozyon ve günlenme eski bir deniz tabanını gün yüzüne çıkartmış ve bir balinanın fosilleşmiş kemiklerinin de milyonlarca yıl önce balina öldüğündeki şekliyle ortaya çıkmasına yol açmış (solda).

FOSİLLERİN ÇEŞİTLİLİĞİ



Geleneksel bir fosil imgesi, taşlaşmış eski bir kemik ya da diş şeklindedir. Ne var ki fosiller gerçekte daha çeşitli yapılarda olur. Bir fosil daha önce yaşamış canlılardan kalan ve bir şekilde korunmuş herhangi bir iz olabilir -bu da birçok farklı korunma şeklini içerir ve böylece hayvanların ortamlarıyla etkileşme biçimlerinin izleri de fosil olarak kabul edilir.

Dominik Cumhuriyeti'nde bulunan 15-20 milyon yaşındaki Miyosen kehribarı içindeki orkide polenleriyle birlikte eksiksiz olarak korunmuş bu arı, böceklerle bitkiler arasındaki karşılıklı bağımlılık ilişkisinin uzun tarihini gözler önüne seriyor (yukarıda).

Tirol Alpleri'ndeki bir buzulda donmuş-kurumuş olarak bulunan Neolitik avcı Ötzi'nin bedeninde yalnızca yumuşak dokular değil, DNA da korunmuştu. Bu tür "protofosiller"in uzun süre varlığını koruması, kayadan çok daha geçici olan permafrostun varlığını sürdürmesine bağlıdır (aşağıda).

Fosiller Dünya'daki yaşamın evrimini ve tarihini gösteren en temel kanıtlardır. Ama bu basit anlatım, anlaşılması yüzlerce yıl almış, çok daha karmaşık bir gerçeği gizler. Her ne kadar bazen daha narin yapılar ve dokular -donmuş toprakta bütünüyle korunan bir bedende olduğu gibi- korunabilmiş olsa da aslında fosiller canlıların en dayanıklı ve en zor yok olan bölümleridir.

Fosiller nitelik olarak mineralleşmiş kemik ve kabuklardan katran parçaları içinde korunmuş moleküllere ve kömür dediğimiz sıkıştırılmış, karbonlaşmış bitki kalıntılarına kadar değişir. Yine de genellikle yalnızca birkaç farklı çeşide ayrılırlar.

Kimyasal fosiller üç milyar yaşından daha yaşlı Arkeen tabakalarından çıkartılan katranlaşmış biyomoleküller gibi artık organik moleküllerdir. Genellikle bunların gerçek organik yapısı ve kimyasal niteliği yalnızca çok gelişmiş bazı analitik aygıtlarla çözülebilir.

Sayısız kabukla, kemikle ve kayaların üzerindeki izlerle temsil edilen ve orijinal dokuların kalıntıları olan beden fosilleri, en yaygın fosillerdir. Bazıları kimyasal olarak değişime uğramıştır ve çok azı yumuşak dokusunu koruyabilmiştir. Bu fosilleşmiş deri ve kaslar genellikle apatit (kalsiyum fosfat) ya da pirit (demir sülfit) gibi inorganik minerallerle yer değiştirdikleri eski bir tortunun içinde korunur.

İz fosiller canlı organizmaların tortul bir alt tabakanın üzerinde ya da içinde bıraktığı izlerdir -örneğin ayakizleri, oyuklar, diş izleri ve kesik izleri gibi. Tortuların içinde yaşayan ya da yetişen canlıların geride bıraktığı oyuklar ve kök izleri en yaygın olanlarıdır. İzi bırakan canlı çok ender olarak korunmuş olur. Ama iz fosiller, gelgit düzlükleri gibi belli ortamlara ilişkin çok önemli kanıtlar sağlar. Bunun yanında bazı otçul dinozorların sürü halinde gitme özelliği ya da Neandertal avcılarının et hazırlama yöntemleri gibi birtakım eski davranışların varlığını da kanıtlarlar.

Görüldüğü gibi kaya kayıtlarında korunmuş fosiller genellikle canlıların en sağlam bölümleridir. Bunlar, organizma öldükten sonra da varlığını sürdüren, özellikle kabuk ya da kemik gibi mineralleşmiş iskelet parçalarıyla bitkilerin mineralleşmiş, sert odun dokularıdır. Sonuçta fosil kayıtları ağırlıklı olarak bu tür dokuları olan canlılardan oluşur ve yaşamın çeşitliliğini -özellikle virüs ve bakterilerden dev mürekkep balıklarına kadar değişen yumuşak bedenli canlılardaki çeşitliliği- tam olarak yansıtamaz.





Belki de sığ bir suda yavrularken canlı canlı gömülen bu trilobiller, mineralleşmiş dış iskeletleri eriyip yok olmasına karşın, tortudaki humus sayesinde korunmuşlardır (yukarıda).

Birçok canlıda beden dokusunun büyük bölümü sudan ve ölümden sonra hızla azalan organik bileşiklerden oluşur. Bu organik madde aynı zamanda öteki canlılar için de potansiyel bir yiyecek kaynağıdır. Doğal ortamların çoğunda ölü bir beden yenir, tüketilir, biyolojik olarak daha düşük bir düzeye indirilir -geride yalnızca potansiyel fosil olan sert bölümleri kalır. Ara sıra bir beden daha da çok bozulmadan önce doğal koruyucu bir ortama düşer. Paleontologların şansına, yumuşak dokuların bile korunabildiği böyle kusursuz birçok ortam ve koşul vardır. Bunlar bedenlerin donup kuruduğu sıfırın altındaki soğuk koşullardan canlıların bir şekilde içinde kaldığı yağ, tuz ve reçine gibi ortamlara kadar değişir.

FOSİLLER NASIL KORUNUR?

Bütün bir mamut ya da insan, buzul çökeltilerinin içinde donup kurumuş ve yumuşak dokuları, hatta DNA'sı bile korunmuş olarak bulunabilir. Ama bu tür olaylar son derece ender olur. Donmuş mamutlar ya da 5200 yaşındaki Buz Adam Ötzi kelimenin tam anlamıyla fosil sayılmazlar. Çünkü onları saran buzdan tortular, jeolojik zaman ölçeğinde kısa süreli, geçici yapılardır. Kehribar içindeki fosiller çok daha uzun süre varlıklarını korur. Çok eski ağaçların reçinelerinin içinde hapsolmuş bazı canlılar her ne kadar kusursuz korunmuş gibi görünse de bu görünüm yanıltıcıdır. 1990'lı yıllarda kehribarların içindeki böceklerin DNA'larını çıkartma girişimleri oldu. Ama hiçbiri başarılı olamadı ve tutarlı olarak üremeyi sürdürme sınavını geçemedi. Ancak fosil kalıntılarından -68 milyon yaşındaki *Tyrannossaurus rex*'ten yakınlarda elde edilen kolajen gibi- başka proteinler çıkartılabildi.

Karasal ortamlarda edindiğimiz günlük deneyimlerimiz herhangi bir kara bitkisinin ya da hayvanının kalıntılarını korumanın neden zor olduğunu bize gösterir. Yaşadığımız alanlarda aslında yoğun bir bitki ve hayvan yaşamı da vardır; ama onlar öldüklerinde ne olur? Ölü bir kuşun kemiklerine ya da toprağa gömülü yapraklara hangi sıklıkta rastlıyoruz? Yaprak döken ağaçların yaprakları sonbaharda yeri kaplar ama haftalar, aylar içinde mantarlar, bakteriler ve sümüklüböceklerden solucanlara kadar birçok hayvan onları çürütür ve tüketir. Kemiklerse varlıklarını bir ya da iki yıl daha koruyabilir ama toprağın asidi ve organik maddelerde görülen oksitlenme kısa sürede onları da zayıf düşürür -yalnızca sağlam mineleriyle dişler daha uzun dayanır.

Bazı biyolojik yapılar toprakta iyi dayanır -bu tür koşullarda varlıklarını sürdürecek uyum özellikleri taşıyan, sert kılıflı sporlar, tohumlar ve polenler gibi. Aslında böyle yapılar fosilleşecek kadar uzun yaşar. Toprağın ve başka yüzey tortularının koruyucu olabilmesi için normal erozyon ya da günlenme süreçlerinin yerine, çok kısa sürede gömülme gibi özel koşullar gerekir.

KORUMADAKİ ŞANS ETMENİ

Bu durumda kara yaşamına ait fosil kayıtların varlıkları nasıl korunabiliyor? Ayrıca nasıl oluyor da eski tropikal orman, bataklık ve turbalıkların kalıntılarının sıkışmasıyla oluşan kömür gibi karasal yataklar, çok büyük küresel rezervler halinde bulunabiliyor? Her iki sorunun yanıtı da birtakım jeolojik koşulların bir arada gerçekleşmesinde yatar. Tortular ve içlerindeki organik kalıntılar genellikle alçak bir bölgede biriktiğinde zamanla üzerleri örtülür, gömülürler; sonradan oluşan erozyondan etkilenmezler.

Ne var ki fosil kayıtlarının büyük bölümü kıta sahanlıklarındaki sığ sularda yaşamış deniz canlılarının kemik ve kabuklarından oluşur. Hem de okyanus tabanındaki tortuların ve onların içindeki organik kalıntıların önüne geçilemez bir başka jeolojik süreçle -tektonik hareketlerle oluşan dalma-batmayla- en sonunda yok olmasına rağmen.

Şimdiye kadar yeryüzünde yaşamış canlıların yüzde 99'undan çoğunun soyu tükenmiştir. Ama onların fosillerinden geçmişteki yaşamın neye benzediğine ve nasıl bir evrim geçirdiğine ilişkin fikir sahibi olabiliyoruz.

FARE ÖLÜSÜ



3 gün sonraki çürümüş hali.



5 gün sonraki çürümüş hali.



7 gün sonraki çürümüş hali.



9 gün sonraki çürümüş hali.



15 gün sonraki çürümüş hali.



21 gün sonraki çürümüş hali.

Bu fotoğraf dizisinde organik kalıntıların genelde ne kadar hızlı bir yenme ve çürüme sürecinden geçtiği görülüyor.



Fosil kayıtları arasında tekhücreli canlıların, tıpkı bu foraminiferinki gibi, milimetre boyutlarındaki kabukları çok bol bulunur. Bu kabuklar oluşumları sırasında okyanus suyunun kimyasal yapısını kaydettiğinden geçmiş dönemlerin iklimlerini ortaya çıkarmada kullanılırlar (yukarıda).

GEÇMİŞİ YENİDEN CANLANDIRMAK

Evrim sürecini anlayabilmek için bitkiler ve hayvanlar kendi geniş bağlamlarında –varolageldikleri çevre içinde, bulabildikleri yiyecek kaynaklarına, doğal rakiplerine ve karşı karşıya oldukları tehditlere bakılarak– değerlendirilmelidir. Parçaları bir araya getirip çok eski ekosistemlerin böyle eksiksiz resimlerini yapabilmek için çeşitli tekniklerden yararlanmak gerekir.

Bugün dinozorlar ve soyu tükenmiş başka hayvan ve bitkilerle kaplı, geçmiş sahneleri doğal karşılıyoruz. Bilgisayar grafik programları sayesinde böyle sahneler giderek daha da gerçekçi canlandırılıyor. Ne var ki bu sahnelerin fonlarında hep günümüz karalarının ve denizlerinin görüntüleriyle, sahneye pek de uymayan modern bitkiler yer alıyor. Bu kitapta daha ileri düzeyde bir doğruluk, esneklik ve ayrıntı olanağı tanıyan daha geleneksel resim teknikleriyle çalışılmıştır.

Yine de elimizde ilk modern insanların tüylü mamut, tüylü gergedan ve dev geyik gibi bugün için soyu tükenmiş hayvanları görerek mağara duvarlarına yaptıkları 30.000 yıllık resimlerden daha eski herhangi bir görsel kayıt yoktur. Bu nedenle bütün böyle canlandırmalar bir dereceye kadar hayal gücüyle yaratılmış kurgulardır. Bu tarihten eski dönemlerde yaşamış ve artık soyu tükenmiş hayvanların ve bitkilerin –birtakım kamuflaj desenlerine yönelik kimi işaretlerinin dışında– renklerine ilişkin çok az bilgimiz var. Dolaylı çıkarsamalardan ve karşılaştırmalı anatomi yaklaşımından yararlanarak yumuşak dokuların yeniden canlandırılması bir yana bırakılırsa, ayrıntılı beden oluşturma da bazen aynı derecede sorunlu olabiliyor. Ancak Kambriyen dönemleri kadar eski zamanlara tarihlenen yeni ve olağanüstü birkaç yumuşak doku keşfi, bize beden şekillerine ilişkin birtakım doğru bilgiler sağlamıştır.

Son 200 yılda jeolojik geçmişimizi anlamaya yönelik muazzam bir ilerleme kaydettik. Fosillerin çoğu –ama kesinlikle tümü değil– genel görünüş açısından artık belli bir doğruluk derecesine kadar canlandırılabiliyor. Bu konudaki en önemli istisnaları, tortul kayaların içinde bedenlerinin tamamının korunabildiği durumlar çok ender olduğundan, bazı büyük omurgalılar ve bitkiler oluşturuyor. Bitkileri canlandırmak özellikle zordur çünkü onların, polen, yaprak, odun doku ve kök gibi çeşitli anatomik bölümleri hem hayattayken hem de öldükten sonra birbirlerinden ayrılma eğilimindedirler ve yaygın olarak da farklı tortul ortamlarda birikirler.

İyi ki artık hem kaya kayıtlarına yönelik yorumlar hem de belirli sahalardaki ve tabakabilimsel düzeylerdeki fosiller arasındaki ilişkilendirmeler, bazı geçmiş ortamları ve o ortamlarda bir arada yaşayan çeşitli canlıların karşılıklı



William Buckland (1784-1856) (yukarıda) geçmiş dönemleri canlandırma girişiminde bulunan ilk kişilerden biriydi –1821'de Yorkshire'da keşfedilen bir Buz Çağı sırtlan ininin içini canlandırmıştı. Ulaştığı sonuçlar William Conybeare adlı bir arkadaşına esin vermişti. Conybeare, Buckland'ı canlandırdığı mağaraya girerken gösteren bir karikatür yapmıştı (sağda).







Vezüv'ün MS 79'daki patlaması gibi felaketler sayesinde geçmiş yaşama ilişkin neredeyse eksiksiz –hatta kurbanların ölüm anlarını da gösteren– kayıtlar korunur (sol başta).

Kapalı tohumlu bitkilerin çiçeklerindeki gibi narin dokular normal olarak fosil kayıtlarında pek bulunmaz. ABD'nin Colorado eyaletindeki Eosen yaşlı çökellerden çıkartılan, 34 milyon yıllık bu *Florissantia* gibi, çok ender örneklerin korunabilmesi için çok ince taneli tortuların içinde, bazı özel koşulların sağlanmış olması gerekir (solda).

ilişkilerini yeniden canlandırmayı sağlayacak denli gelişmiştir.

Fosil ortamlarının çoğu sular altındadır. Bazı durumlarda karaların alçak bölgelerindeki fosil ortamları korunabilir; ama yüksek bölgelerdekiler çok ender korunur. Bütün bunların yanında bazı canlıların gerçekten de bir arada yaşayıp yaşamadıklarını, bir arada ölüp ölmediklerini ya da basitçe canlıların kalıntılarının ölümlerinden çok sonra mı karıştığını saptamayı olanaksızlaştıracak hâlâ birçok sorun da vardır.

KANITLARI BİR ARAYA GETİRMEK

Bütün bu etkenleri anlayabilmek için bilim insanları canlılarla onların yaşadıkları ortamlar arasındaki ekolojik ilişkiler üzerine ayrıntılı çalışmalar yaptılar. Eski dönemleri canlandıran ilk sahnelerin yapılmasının üzerinden yaklaşık 170 yıl geçti. Bu süre içinde doğada ölümlerin nasıl gerçekleştiğine, ölümden sonra bitki ve hayvan kalıntılarına ne olduğuna, kalıntıların nasıl yok olduğuna ya da kaya kayıtlarına nasıl girdiğine ve gömüldükten sonra, genellikle karmaşık ve yıkıcı fosilleşme süreçleri sırasında başlarına ne geldiğine ilişkin bilgimiz çok arttı.

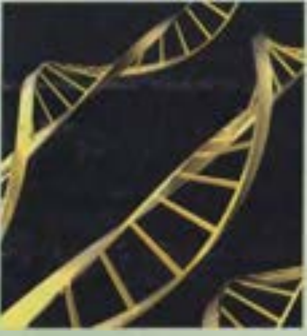
Organik kalıntıların özellikle iyi korunmasını sağlayan birkaç durum vardır. Beden şeklinin ve yumuşak dokuların korunabilmesi için canlının kuru-soğuk hava, buz, reçine ya da tuz gibi doğal mumyalama özelliği olan bir ortama aniden gömülmesi gerekir. Ancak jeolojik kayıtlarda böylelerine az rastlanır. Felaket boyutlarında ve neredeyse aniden olan doğal gömülme süreçlerinde, bir arada yaşayan –ve ölen– bir dizi canlı aynı anda gömülür. Böylesi olaylar, MS 79'daki yanardağ patlamasında Pompeii adlı Roma kentindeki yapılarla eşyaların çoğunun ve insanların da bir bölümünün lavla örtülüp korunmasına ithafen "Pompeii" senaryoları olarak adlandırılırlar.

Yanardağ patlamaları, heyelanlar, çığlar, toz fırtınaları ve seller karada ve denizde görülen doğal felaketlerdir. Bunlar canlı topluluklarının üzerlerini tümüyle kaplarlar ve onların yaşamında yer alan birçok şeyi de olasılıkla korurlar. Eğer canlıların öldükten sonra bulundukları ortamda oksijen azsa –örneğin ince tortulu bir göl tabanında olduğu gibi– o zaman yumuşak dokular bile korunabilir.

Kitaptaki canlandırmalarda görüleceği gibi denize fosil oluşumlarının çoğu sığ sularda ya da lagünlerdedir. Karasal olanlarsa, göl ya da akarsu yataklarındadır. Yani eski dönemlerin karasal ortamları da genellikle su altındaki tortularda ve çevrelerindeki kayalarda korunan dolaylı verilerden yola çıkılarak yeniden canlandırılmıştır.

Kuzey Afrika'daki bu kazıma resimler gibi kaya resimlerinde, iklim değişikliği ve insanların avlanması yüzünden artık günümüzde var olmayan çok sayıda ve türde hayvanın olduğu görülür (aşağıda).





GÜNÜMÜZDE EVRİM

Günümüzde evrimin öyküsü genetik analiz yöntemleriyle bir kez daha sınanıyor. Herhangi iki organizmanın akrabalık ilişkisini hesaplamaya yarayan birtakım yeni araçlar sayesinde bilim insanları yeni keşiflere ve şaşırtıcı birçok sonuca ulaşıyor. Ama konu "geçmiş" olunca geleneksel yöntemlerden hâlâ vazgeçilemiyor.

DNA'nın kendini birebir kopyalayabilme ve iki farklı ebeveynden gelen özellikleri birleştirebilme becerisi, üremeyi sağlayan şeydir. Ne var ki kopyalama kusursuz olmaz ve genellikle en büyük etkiye de rastgele mutasyonlar yol açar (yukarıda).

Taramalı elektron mikroskobu gibi çok gelişmiş aygıtlar sayesinde araştırmacılar kayaları daha önce hiç olmadığı kadar ayrıntılı inceleyebiliyor ve burada görülen bakteri fosili gibi en eski yaşam biçimlerinin bıraktığı çok küçük izleri bile keşfedebiliyorlar (aşağıda).

Evrimi kavrayışımız, DNA'nın yapısından kaynaklanan çığır açıcı, en temel buluşlar olan modern genetik ve moleküler biyolojideki ilerlemeler sayesinde bir devrim geçirdi. Bu gelişmeler yeni analitik yöntemlerin yanı sıra, makromoleküler özellikler dizisinin de elde edilmesini sağladı. Bu özellikler sayesinde de belirgin hiçbir anatomik benzerlikleri olmayan bakteri, bitki, mantar ve hayvan gibi canlılar arasında karşılaştırma yapma olanağı doğdu.

Evrim kuramına göre bütün canlılar tek bir ortak atadan türemiştir. Böyle olduğu halde anatomiye dayanan geleneksel sınıflandırma yöntemleri hem bakteriler ve bitkiler gibi temel gruplar arasındaki hem de daha düşük düzeydeki gruplar arasındaki evrimsel akrabalık ilişkilerini aydınlatmada başarılı olamıyor. Yeni genetik bilgiler sayesinde biyoloji tarihinde ilk kez, ortak atadan türeyen yaşamın evrimsel tarihini oluşturma konusunda Darwin ve çağdaşlarının karşılaştığı sorunların üstesinden gelme fırsatı doğmuştur.



YAŞAMDAKİ GRUPLAMALAR

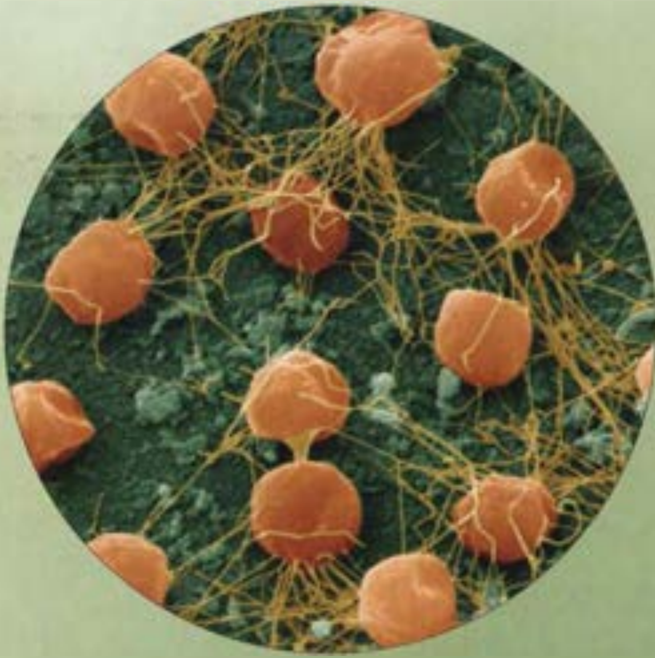
Bugün, üç temel canlı grubu olduğu kabul ediliyor: Öbakteriler, Arkeler ve Ökaryotlar. Öbakteriler ve arkeler prokaryot denen, tekhücreli ve hücre çekirdeği olmayan en ilkel mikroorganizmalardır.

Günümüzde yaşayan Arkeler hem tür hem de sayı açısından çok değillerdir; ama hidrotermal bacalar gibi koşulların aşırı zorlu olduğu bazı ortamlarda yaşayabilirler. Bir zamanlar bunların en ilkel yaşam biçimi oldukları düşünülüyordu ama artık bu düşünce biraz sorgulanıyor. Bu grubun geçmişteki üyelerinin hiçbir fosili bulunamamıştır.

Karşılaştırıldığında öbakterilerin günümüzde yaşayan 10.500'ü aşkın mikroskobik tür ve sınırlı sayıda da olsa bir miktar fosille çok çeşitli oldukları görülür. Öbakteriler de hava ve ışığın olmadığı, koşulların zor olduğu ortamlarda yaşayabilirler. Boyut sınırlamasına karşın, sıra dışı çeşitlilikte metabolik yolakları ve minerallerden enerji elde etme yöntemleri vardır. Olasılıkla bunlar yaşamın evriminin ilk aşamalarında büyük önem taşımıştır. Bu canlıların -bitkilerin karalarda yayılmasının en temelinde yatan- toprağın oluşumunda da önemli rolleri vardır. Bazı türleri de fotosentezle güneş ışığındaki enerjiyi alır. Bunların bazıları atık olarak oksijen üretirken bazıları üretmez. Erken Prekambriyen dönemlerinde atmosferdeki oksijen düzeyini yüzde 1'den yüzde 20'ye yükselten de stramatolitik siyanobakterilerdir.

Geri kalan bütün canlılar çeşitli alt grupları olan, engin Ökaryotlar grubunda yer alır. Bu grupta tekhücreli yapılardan bitkilere mantar ve alglerden hayvanlara kadar 1 738.000 tanımlanmış canlı türü bulunur. Her ne kadar ökaryotların boyutları muazzam bir değişkenlik gösterse de onları oluşturan hücreler 10-100 mikrometre arasındadır. Ökaryotların hücrelerindeki DNA, sitoplazmadan oluşan ve bir zarla çevrili hücre çekirdeğinde bulunur. Hücre çekirdeğinin hücresel solunum sağlayan kendi mitokondrileri vardır.

Temelde aerobik olan ökaryotlar için ortamda oksijen olması gerekir. Fotosentez yapan türleri metabolizmalarının sonucunda atık olarak oksijen üretirler. Cinsiyetleri vardır ve her cins, bir sonraki kuşağın genetik malzemesinin yarısını taşır.





Kaynayan çamurlar ve tuzlu sular, donmuş deniz suları, asitli ve oksijensiz sular gibi koşulların aşırı zorlu olduğu ortamlarda yaşayabilen ilkel yaşam biçimlerinin (prokaryotik arkeler, sol başta) keşfi yeryüzündeki ilk canlıların neye benzedikleri hakkında bir fikir verdi. Kamçılı bir protozoa olan *Euglena* (solda) gibi ökaryotların tipik özelliği olan zarla kaplı hücre çekirdeğinin evrimi, çok önemli bir gelişmedir.

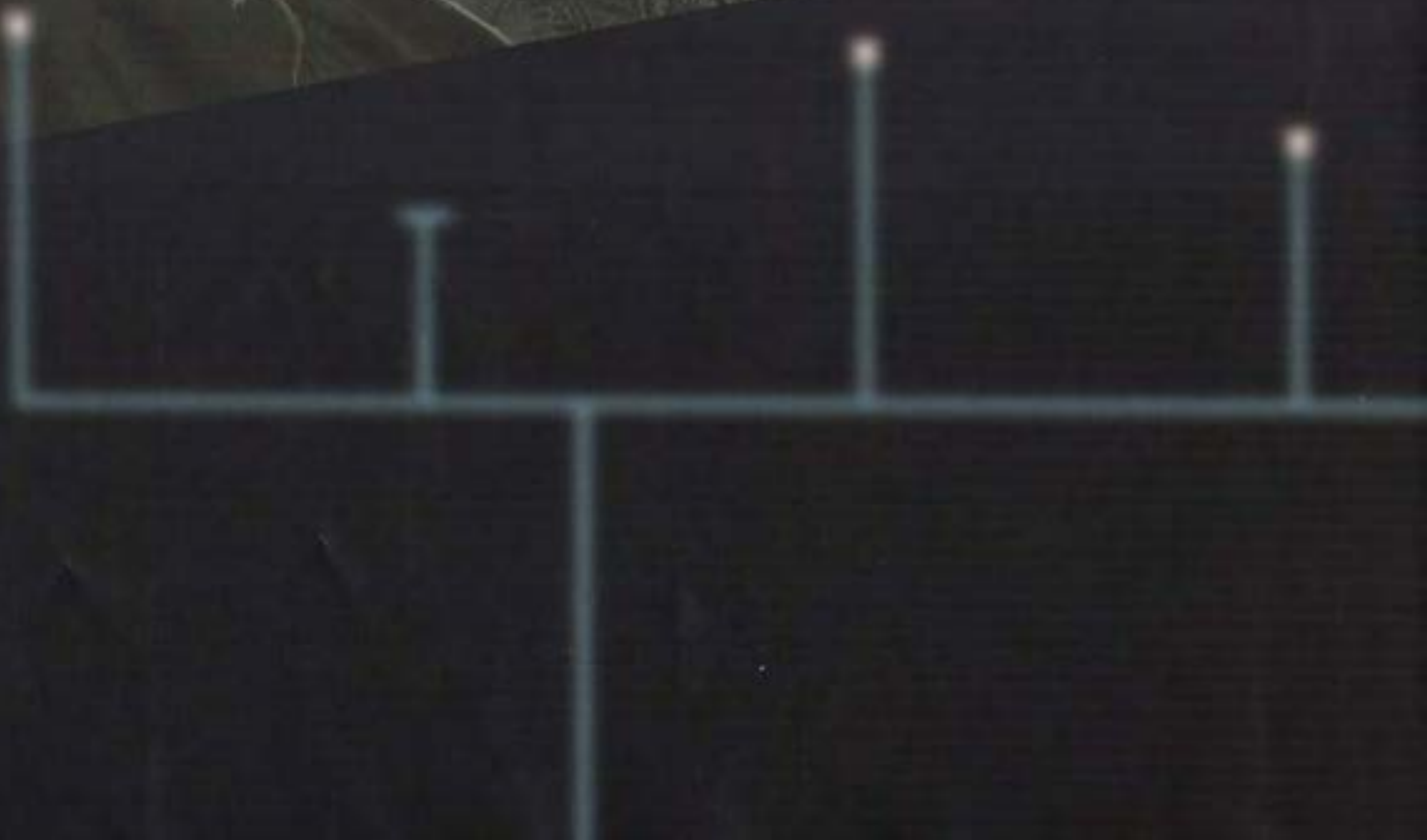
Akrabalık ilişkilerinin moleküler analizi bütün ökaryotların tek bir ortak atadan türediği görüşünü destekler. O atada da çok uzak geçmişteki tek bir "endosimbiyotik" olay sonucunda hücreyle bütünleşen bir bakteriden dönüşmüş mitokondriler vardı.

MOLEKÜLER SAAT VE EVRİM

Bu yeni sınıflandırmanın oluşturulmasında yaşayan türlerdeki molekül verisi kullanılır; ama bu durum molekül verilerinin alınamayacağı türlerde sorun yaratır. Böyle durumlarda bilim insanları yine anatomik özelliklerden yararlanır. Her ne kadar zaman zaman on binlerce yıllık kemiklerden fosil DNA'sı parçaları elde edilebilse de fosil türlerin çoğu bu sorunlu gruba girer. Buna ek olarak moleküler saat zamanlamaları da grupların ayrışmasında, fosil kayıtlarının hep hatırı sayılır bir süre öncesini gösteren tarihler verir. Moleküler saat, yaşayan gruplar arasındaki genetik "mesafe"yi ölçer ve bilinen mutasyon hızlarından da yararlanarak türlerin birbirinden ayrıldığı tarihi belirler. Örneğin şempanzeyle insan arasındaki yüzde 98,4'lük genetik benzerlik, ortak atamızdan 6-8 milyon yıl önce ayrıldığımızı ortaya koyar. Şempanzelerle gibonlar arasındaki yüzde 5'lik fark da 18 milyon yıl önce ortak bir ataları olduğunu gösterir. Oysa kısa süre önce keşfedilen, 7 milyon yaşındaki insansı maymun *Sahelanthropus tchadensis*'e kadar insanla şempanzenin ortak atasına en yakın olan en eski fosil 4 milyon yaşından küçüktü. Ölçeğin öteki ucunda da moleküler saat, omurgasızlardaki ilk ayrımın yaklaşık 800 milyon yıl önce olduğunu söylerken makroskobik fosil kayıtları ancak 580 milyon yıl öncesine kadar gidebiliyor.

Moleküler saat analizleri sayesinde, yaşayan iki canlı arasındaki genetik mesafe ölçülür ve bilinen bir evrimsel değişim (mutasyon) hızı verildiğinde onların tür olarak birbirlerinden ayrıldıkları tarih hesaplanır. Yakınlarda bu yöntemle karıncaların Geç Jura ile Erken Triyas arasında yaban arılarından ayrıldığı ortaya kondu. Ama karıncaların kendi içinde çeşitlenmesi (kapalı tohumlu bitkilerle birlikte) Erken Kretase bir 80 milyon yıl daha almıştır. Bugün bilinen 11.880 karınca türü vardır (aşağıda).







YAŞAMIN ÖYKÜSÜ



Dünya'daki yaşamın –gezegenin tarihinin yaklaşık 3,4 milyar yılı boyunca yazılan ve 600 milyon yıl önce çokhücreli yaşamın ortaya çıkışıyla birlikte daha anlaşılır hale gelen– öyküsü fosillerde yazılıdır. Ama fosilleşme için özel koşulların sağlanması gerekir; yaşamın en gizli sırlarını açığa çıkartacak olan yumuşak dokuların zarar görmeden korunabilmesiyse daha da özel koşullar gerektirir.

Bütün bu sorunlara karşın, öyle bazı yerler vardır ki kesintili fosil kayıtlarının arasında tıpkı bir mücevher gibi göze çarpar. Bu durum genellikle onların istisnai niteliklerinden, bazen de bize yaşamın tarihindeki temel bir gelişmeye kısa bir bakış atma fırsatını sunmalarından kaynaklanır. Kitabın bu bölümü boyunca gözler önüne serilen panoramada, ilerleme halinde olan ve ilk tekhücreli yaşamdan günümüze kadar uzanan evrimin, 100 farklı enstantanesi sıralı olarak ve en son araştırma ve keşiflere dayanılarak sunuluyor.

BAŞLANGIÇTA

STRELLEY POOL, BATI AVUSTRALYA

3460 milyon yıl önce

Arkeen Eonu'nun Paleoarkeen Zamanı

O zamanki enlem: Ekvator dolayları

Şimdiki enlem: 22° Güney

Deniz düzeyi: küçük iniş-çıkışlarla birlikte genelde yükseliyor

Orijinal ortam: kayalık kıyıdan gelgit altı bölgenin önüne kadar

Çökeller: yapraklı silisli çört ve karbonatlı dolomitler

Durumu: 30 yıl önce keşfedildi ama en iyi örnekler yakın zamanda çıkartıldı

Korunanlar: çok büyük yaşlarına karşın, bilinen en iyi korunmuş stromatolitler



Dünya, yaklaşık 3.400 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Dört milyar yıldan daha uzun bir süre boyunca yeryüzü gözle görülebilen yaşamdan yoksundu. Ancak yaşamın fitili yavaş yavaş yanıyordu. Bu ilkel yaşamın 3,5 milyar yıl önceye kadar dayanan biyokimyasal kanıtları kayalarda korunmuştur. Gözle görülebilen ilk yaşam izleri biraz gariptir. Bunlar stromatolit denen çok ince katmanlardan oluşan tortul yapılardı. İlk kez 3,4 milyar yıl önce Paleoarkeen'in sıcak ve sığ tropikal denizlerinde ortaya çıktılar.

Stromatolitler mikroskobik yaşamın çökelen tortularla karşılıklı etkileşimi sonucunda oluşmuştur –oluşumları Karayipler'de ve Avustralya'nın batı kıyılarında bugün bile sürmektedir. Deniz tabanında yaşayan ve fotosentez yapan "mikroskobik matlar", üzerlerinden dalga geçtikçe ince tortularla kaplanır. Algler ve siyanobakteriler ışığa ulaşmak için tortuların arasından gelişirler ve yeni bir yüzey matı oluştururlar. Bu süreç yinelendikçe katmanlı bir yapı ortaya çıkar ve bunların şeklini de deniz tabanının şekli ve akıntılar belirler.

Kimileri stromatolitlerin birtakım inorganik süreçlerde oluştuğunu ileri sürmektedir. Ancak Batı Avustralya'daki Strelley Pool Chert'te bulunan 3,4 milyar yaşındaki örnekler, stromatolitlerin organik kökenlerine ilişkin inandırıcı kanıt sunar.

Yaygın canlılar: siyanobakteriler
Volkanik etkinlikler: gayzerler ve sıcak havuzlar
İklim: tropikal-subtropikal
Biyota: prokaryotik mikroplar

❶ yumurta kartonu
❷ köşe sığlığı
❸ kabuklu/kubbeli





YUMURTA KARTONU (1) Yaygın "yumurta kartonu" ya da koni biçimli stromatolitlerin, yeni mikrobik iplikçiklerin yukarı doğru büyümesini saptıran bazı küçük öbeklerden geliştiği düşünülüyor. Böylesi yapıların, bir zamanlar akıntıları sığ sulara doğru yönlendiren dalga örüntülerine bağlı olduğu tahmin ediliyor.

KABUKLU/KUBBELİ (3) Bu tür stromatolitler kıyılardaki çakılların üzerine yayılmış, ince katmanlı perdemsi yapılardan, günümüz stromatolitlerininkiyle aynı görünümde olanlara kadar değişik şekillerde olabilirler.



İLK FOSİLLER

APEX CHERT, STRELLEY POOL YAKINLARI, BATI AVUSTRALYA

3460 milyon yıl önce

Arkeen Eon'un Paleoarkeen Zamanı



O zamanki enlem: Ekvator dolayları
Şimdiki enlem: 22° Güney
Deniz düzeyi: küçük iniş-çıkışlarla birlikte genelde yükseliyor
Orijinal ortam: volkanik sıcak su kaynakları
Çökeller: silisli çört
Durumu: Batı Avustralya'nın kuzeybatısında yüzeye çıkmış kayalar
Korunanlar: çörtlerin içinde organik kökenleri tartışmalı, üç boyutlu "mikroorganizmalar"

Darwin, Prekambriyen'e ait fosillerin var olması gerektiğini düşünüyordu. Ne var ki mikroskobik canlıların iki milyar yaşındaki, inandırıcı ilk örnekleri Kanada ve Rusya'da ancak 1950'li yıllarda bulunabildi.

Hücre düzeyindeki canlıların fosilleşebilmesi için tıpkı tortul çörtlerde olduğu gibi sıra dışı hızda bir mineralleşme gerçekleşmelidir. Bu silis mineralinin oluşumu, ABD'deki Yellowstone Ulusal Parkı'ndakiler gibi sıcak su kaynaklarıyla özellikle bağlantılıdır. İlkel mikroplar buralarda rahatça yaşar ve ürerler.

Eski dönemlerdeki hidrotermal etkinliklerle bağlantılı çört arayışları, araştırmacıları Batı Avustralya'daki Arkeen'den kalma tortul kayalara yönlendirmiştir. ABD'li paleontolog William Schopf 1990'lı yılların başında en eski fosilleri Apex Chert'te tanımladığını ileri sürmüştür. Alınan kaya örnekleri çok güçlü mikroskoplarla incelendiğinde üzerlerinde bakteri benzeri iplikçikler olduğu görülmüştür. Schopf bunları siyanobakteri benzeri iki yeni prokaryotik cins olarak tanımlamış ve *Primaevifilum* ve *Archaeoscillatoriopsis* olarak adlandırmıştır.

➲ PRIMAEVIFILUM (1)

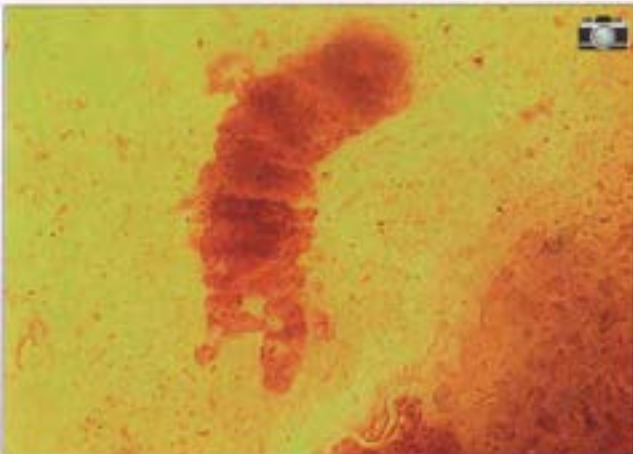
1990'lı yılların başında Apex Chert'te bu cinse ait altı tür bulunmuş ve adlandırılmıştı. Toplam dört cinsten 11 tür ortaya çıkartılmıştır. Bunlar farklılaşmış bölümleri olan, 2-7 mikrometre genişliğindeki siyanobakteri benzeri mikroplardır. Bulundukları dönemde, o ana kadar bulunan en eski fosiller oldukları ileri sürülmüştü. Ama son zamanlarda bunların organik kökenlerine ilişkin tartışmalar başlamıştır.

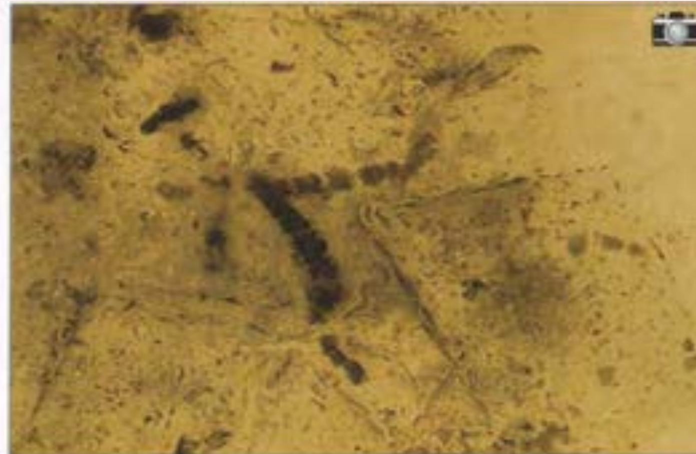
Yaygın canlılar: siyanobakteriler

Volkanik etkinlikler: gayzerler ve sıcak havuzlar

İklim: tropikal-subtropikal

Biyota: prokaryotik mikroorganizmalar





❶ *Primaevifilum*
❷ *Archaeoscillatoriopsis*

ARCHAEOSCILLATORIOPSIS (2)
Uzun ve kıvrımlı bir cinse ait, genişlikleri 7-18 mikrometre arasında değişen üç mikroorganizma fosili, 1990'lı yılların başında Apex Chert'te bulunup adlandırılmıştır. Bunların aslında "Hidrotermal etkinlikler sonucunda oluşan mineral taneleri yığınından başka bir şey olmadıkları" şeklinde eleştiriler de vardır. Bu organizma - eğer gerçekten bir canlı organizmaysa- disk şeklindeki bölmelerden oluşan ve giderek incelen, ipliksi bir yapıdadır.

4650 MILYON YIL ÖNCE

KARTOPU DÜNYA

FLINDERS RANGE, GÜNEY AVUSTRALYA

İklim: yaygın buzullaşma

Biyota: düşük çeşitlilikte deniz mikroorganizmaları (örneğin acritarchlar)

O zamanki enlem: ~ 8° Kuzey

Şimdiki enlem: 31° Güney

Deniz düzeyi: buzullaşmanın sonuna kadar düşüyor, sonra aniden yükseliyor

Orijinal ortam: bütün karalar buzullarla kaplı, deniz buzları olasılıkla ekvatora kadar inmiş durumda

Çökeller: "Elatina formasyonu" buzul yatakları

Durumu: Güney Avustralya'da Adelaide dolaylarında yüzeye çıkmış, çok sayıda ulaşılabilir Elatina tabakası bölümleri

Korunanlar: fosil içermeyen buzul yatakları



Dünya, yaklaşık 640 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Dünya'nın erken tarihinin en sıra dışı olaylarından biri çok geniş alanları kaplayan ve yinelenen buzullaşmalardır. "Kartopu Dünya" kuramına göre Prekambriyen'de en az iki, belki dört hatta daha çok yaşanan buzul döneminde Dünya bir kutuptan ötekine kadar buzullarla kuşatılmıştır. Kuramsal olarak kutup başlıklarındaki genişleyen buz örtüleri Güneş'ten gelen enerjiyi uzaya o kadar çok geri yansıtır ki tropikal bölgeler bile buzla kaplanacak denli soğur; sıcaklıklar -50°C'a kadar düşer; okyanuslar donar.

İlk buzullaşma olayı yaklaşık 2,3 milyar yıl önce olmuştur. Ama en iyi bilinen olaylar Geç Proterozoyik'te 710 milyon yıl önce, 640 milyon yıl önce ve olasılıkla bir de 580 milyon yıl önce olmuştur –sırasıyla Sturtiyen, Marinoyen ve Varangiyen buzullaşmaları olarak bilinirler.

Bu olayların, görünüşe bakılırsa, çevre ve yaşam üzerindeki etkisi şöyledir: Bu donmuş "buzhane" durumundaki okyanuslarda üretim etkinlikleri ve karalardaki günlenme durmuştur. Okyanuslarda fotosentez yapamayan fitoplanktonlar ölünce okyanuslar da oksijensiz kalmıştır. Biyolojik etkinlikler ancak kısa süren buzullararası dönemlerde yeniden canlanabilmiştir. Böyle dur-kalk, donkavrul süreçleri, bir süre sonra gerçekleşecek Ediakara canlı patlamasının habercisi –belki de onun temel nedeni– olmuştur. Henüz kanıtlanmaktan uzak da olsa, kuram böyledir.

647-635 milyon yıl önce
Neoproterozoyik Zaman'ın Kriyogeniyen Devri

Yaygın canlılar: soğuğa dayanıklı bakteriler





❶ düşmüş kayalar

DÜŞMÜŞ KAYALAR (1) Çevrelerindeki küçük taneli tortul kayaların ortasında sanki "yüzercesine" duran, boyutları metreleri bulan bu kayalara düşmüş kayalar denir. Bu kaya, kendisini sürükleyerek taşıyan buzulun erimesi sonucunda yumuşak, tortul deniz tabanına düşmüştür. Böylesi büyük ve ağır kayaları başka hiçbir doğal mekanizma denizlerin ortasına kadar taşıyamaz. Aslında düşmüş kayaların varlığı buzul etkinlikleri için güzel bir göstergedir. Bu eşsiz örnekler Proterozoyik'in sonlarında (Sturtiyen) Namibya'nın Narachaam-spos'a yakın Skeleton Sahili'ndeki buzul tabakalarında oluşmuştur. Karbonatlı kayalardan oluşan üstteki tabakada düşmüş kaya yoktur. Bu da buzullaşmadan sonra ortamın hızla sıcak, subtropikal iklime geri döndüğünü gösterir.



4650 MİLYON YIL ÖNCE

GİZEMLİ EDIACARA

MISTAKEN POINT, NEWFOUNDLAND VE EDIACARA, AVUSTRALYA

İklim: Güney Yarımküre'de kutup iklimi

Biyota: yumuşak bedenli denizel Ediacara topluluğu

O zamanki enlem: ~80° Güney

Şimdiki enlem: 25° Kuzey

Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)

Orijinal ortam: sığ deniz

Çökeller: ince taneli deniz tabanı çamuru ve kumu

Durumu: geniş bir bölgedeki fosiller için birçok sahada yürütülen etkin kazı çalışmaları

Korunanlar: çok yassılaşmış ama kayaların üzerinde baskı şeklinde korunmuş, genellikle yumuşak dokulu fosiller



Dünya, yaklaşık 570 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Neoproterozoyik Zaman'ın sonlarına doğru birtakım garip canlılardan oluşan, çeşit açısından zengin ve yaygın bir deniz biyotasının ortaya çıkmış olduğu, 1940'lı yılların sonundan bu yana giderek netleşmiştir. Ediacara topluluğu olarak bilinen bu canlılar, yumuşak bedenlidirler ve genellikle garip desenleri vardır. Yapıları basık disk şeklinde, kubbe şeklinde, denizanası gibi şekilsiz ya da bir metreye ulaşan –bazen de geçen– frontlar (eğreltiotu yaprağı) şeklinde olabilir. Onları denizanaları, halkalı solucanlar ya da yumuşakçalar gibi tanıdık bazı omurgasız gruplarına sokma çabaları olmuştur. Ama bütün bu çabalara karşın, biyolojik akrabaları bilinmemektedir. Her ne kadar yaşayan omurgasızlarla yüzeysel benzerlikleri olsa da ayrıntılı analizler böylesi yakınlıkları desteklememiştir. Örneğin Ediacara topluluğunun en uzun yaşamış ve en yaygın üyelerinden biri olan *Charnia*'nın bir tür deniztüyü olduğu düşünülmüştür. Ama kısa süre önce, *Charnia*'nın büyüme tarzının çok farklı olduğu anlaşılmıştır.

Bilinen en eski Ediacara biyotası Newfoundland'in Avalon Yarımadası'ndaki Mistaken Point'te bulunmuştur. Yaklaşık 575 myö ve 10 milyon yıldan uzun bir sürede birikmiş otuz dolayında Ediacara türü, yaklaşık 3 km'lik bir tabakaya dağılmış olarak bulunmuştur. Burada, Ediacara topluluğunun görece derin sularda (50 m) yaşadığı ve art arda dökülen volkanik küllerin üzerlerini kaplaması ve onları boğması sonucunda öldüğü görülüyor.

575-565 milyon yıl önce
Neoproterozoyik Zaman'ın Ediacara Devri

Yaygın canlılar: "çubuk"lar ve frontlar

Mistaken Point:
1. *Charniodiscus*
2. *Thectardis*
3. "çubuk"lar
4. *Bradgatia*
5. *Charnia wardi*

Ediacara:
6. *Spriggina*
7. *Dickinsonia*
8. *Tribrachidium*
9. *Cyclomedusa*



"ÇUBUKLAR" (3) Boyları 15 cm'yi bulan bu deniz tabanı canlıları olasılıkla rangeomorphtu.



CHARNIA WARDI (5) Bunlar, Ediacara topluluğunun 2 m'yi bulan frontları, ortadaki çubuksu sert gövde kısımları ve disk biçimindeki tutunma uzuvlarıyla bilinen en büyük üyeleriydi.



SPRIGGINA (6) Bunlar, Ediacara Tepeleri'nde bulunan ilk fosillerdendi. *Spriggina* 3 cm'ye kadar büyüyebiliyordu. Segmentli, simetrik bir bedeni ve bir de "baş"a benzeyen yapısı vardır.

EDIACARA ÇEŞİTLENİYOR

EDIACARA, AVUSTRALYA (DEVAMI) VE NAMA GROUP, NAMİBYA

İklim: tropikal
Biyota: yumuşak bedenli denizel Ediacara topluluğu

O zamanki enlem: 33° Kuzey
Şimdiki enlem: 31° Güney
Deniz düzeyi: yükseliyor (+75 m)
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: deniz tabanı kumu (kuvarsit) ve çamuru
Durumu: Ediacara Tepeleri'nde ve Flinders Range'de birkaç buluntu yeri
Korunanlar: hafifçe yassılaşmış şekiller ve yumuşak doku artıkları



Dünya, yaklaşık 545 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Avustralya'da Flinders Range'deki Ediacara Tepeleri'nde ortaya çıkartılan fosiller 1946'dan sonra Ediacara biyotasına yönelik yeni bir ilginin doğmasına yol açtı. Fosilleri bulan Reg Sprigg, önce onları Kambriyen başlarında yaşamış, yumuşak bedenli, denizanası benzeri canlılar olarak betimlemişti. Benzer fosillerin İngiliz Prekambriyen tabakalarında da çıkması Avustralya'daki fosillerin yaşının yeniden gözden geçirilmesine neden oldu. Avusturya doğumlu Martin Glaessner, 1950'li yılların sonunda çizimlerini ve betimlemelerini yayımlayınca da bu olağanüstü fosiller büyük ilgi çekti.

Avustralya'daki Ediacara topluluğu sığ deniz kumlarında bulunurlar. Bu nedenle "denizanaları"nın bu tür çökellerde nasıl korunabildiğine yönelik sorular, onların biyolojik akrabalarının sorgulanmasına yol açmıştır. Bu canlılar şimdi Neoproterozoyik Zaman'ın son devri olan "Ediacara" Devri'ni tanımlamada kullanılıyorlar.

Ediacara topluluğunun bilinen en genç üyeleri (550-543 myö) Namibya'da bulunmuştur. Buradaki biyotada, deniz tabanındaki kumlarda yaşadığı anlaşılan *Namalia* ve *Ernietta* gibi özellikle dikkat çekici ve sıra dışı bazı örnekler vardı. En genç tabakalar Kambriyen'in başlarına kadar uzanıyordu; *Pteridinium* gibi son Ediacara cinslerinden bazıları da *Cloudina* (sonraki sayfa) gibi ilk kabuklu canlıların çağdaşıydılar.

545 milyon yıl önce

Yaygın canlılar: "çubuklar" ve fontlar

Neoproterozoyik Zaman'ın Ediacara Devri

6

7

***Ediacara*:**
- ❶ *Dickinsonia*
- ❷ *Tribrachidium*
- ❸ *Charniodiscus*
- ❹ *Phyllozoon*

***Namibya*:**
- ❺ *Namalia*
- ❻ *Pteridinium*
- ❼ *Ernietta*





O zamanki enlem: 40° Güney
Şimdiki enlem: 27° Güney
Deniz düzeyi: yükseliyor
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: deniz tabanı kumu ve karbonatları
Durumu: orta ve güney Namibya'daki dağınık çöl sahaları
Korunanlar: kabuklar ve kalıplar



DICKINSONIA (1) Avustralya, Rusya ve Çin'de bulunan bu cinsin 80 cm boyunda, yassı, oval ve damarlı –belki de segmentli ve bir orta çizgiyle ikiye bölünmüş– bir bedeni vardı.

PTERIDINIUM (6) Bu yaygın cinsin fosilleri Rusya, Avustralya, Hindistan, Kuzey Amerika ve Namibya'da bulunmuştur. 20 cm kadar boyu olan bu canlının, deniz tabanındaki kumlarda yarı gömülü olarak yaşadığı tahmin ediliyor.

İLK KABUKLAR VE RESİFLER

NAMA GROUP, NAMİBYA VE SİBİRYA, RUSYA

548-535 milyon yıl önce

Geç Ediacara'dan Kambriyen'in başına kadar olan devirler

Bedenin bir kabukla kaplanması akla, korunma ya da destek sağlama gereksinimini getiriyor. Ayrıca bunun için biraz "becerikli" bir biyomekanizma ve elverişlilik de gerekir. Evrimin en önemli aşamalarından biri de sert kabukların ortaya çıkmasıdır. Proterozoyik'in sonlarındaki Ediacara Devri'nde ortaya çıkan bu tür canlıların fosilleri 548 milyon yıl öncesine tarihlenir.

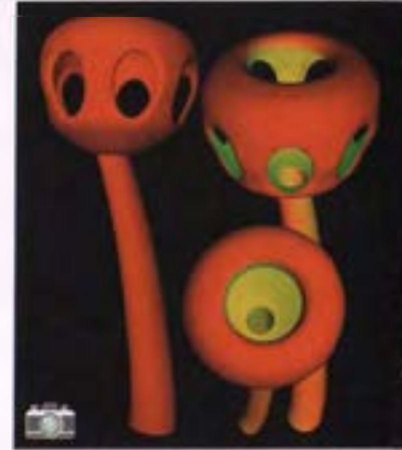
Cloudina ve *Namacalathus*'a ait ilk kabuklar yalnızca birkaç milimetre boyutlarında olan ve deniz suyundaki kalsiyum karbonatla yapılan minik tüplerdi. Bunlar yumuşak bedenleri desteklemek ve beslenme aygıtını deniz tabanından yukarıda tutmak için geliştirilmiş basit bir uyarlanma olmalıdır. Ama aynı zamanda birtakım avcı hayvanlara karşı koruma da sağlıyordu –böylece kısa bir süre sonra silahlanma yarışı başladı.

Mineralleşmiş, sert kabuk ve iskelet oluşturan canlılar, bu sayede hem boyut olarak büyüdüler hem de yalnızca stromatolit benzeri bir başka mikroskobik oluşum olan trombolitlerin yayılabileceği zorlu ortamlara da yayılabildiler. Kısa süre sonra bunlara, yeni ortaya çıkan yumuşakçalar, eklembacaklılar ve süngerlere akraba olan archeocyathidler de karbonatlı iskeletleriyle katıldı. Bu yeni birlikler de sıcak ve sığ denizlerde ilk resiflerin oluşmasına yol açtı.

Namibya (devamı):
1. trombolit
2. *Namacalathus*
3. *Cloudina*

Sibirya:

4. chancellorid
5. *Cambrocyathellus*
6. radiocyathid
7. coralomorphs
8. *Okulitchicyathus*



NAMACALATHUS (2) Bu minik canlının canlandırmasında 2 mm enindeki kalsiyum karbonat "kadehcikler" görülüyor.

İklim: ekvatoryal

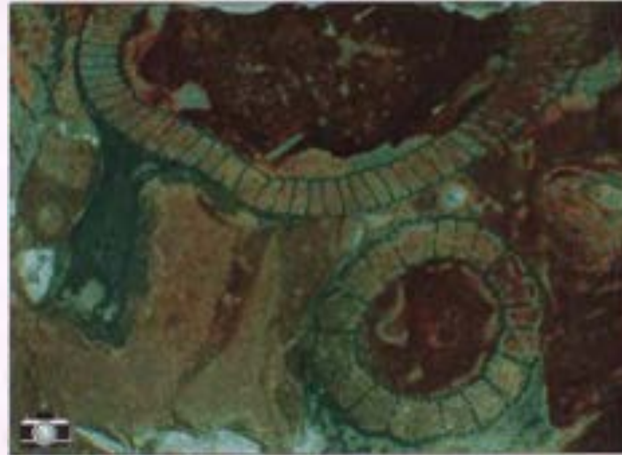
Yaygın canlılar: trombolitler, boru şeklinde kabuklu canlılar, archeocyathidler ve mercan biçimliler **Biyota:** çeşitli deniz omurgasızları





CLOUDINA (3) Bilinmeyen bir hayvan, bu *Cloudina*'nın birkaç milimetrelik boru şeklindeki kireçli bedeninden bir parça koparmış. *Cloudina*'nın sert, mineralden bir kabuğu vardır; ama belli ki bazı hayvanlar silahlanma yarışında daha ileri durumdaydı.

RADIOCYATHID (6) Bu resimde, süngerlerin akrabası olan, santimetre boyutlarındaki bir radiocyathidin dallanmış ve kireçli yapıdaki, ilkel iskeletinin kesiti görülüyor.



O zamanki enlem: 22° Güney
Şimdiki enlem: 70° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: kireçtaşı
Durumu: bu tabakanın derinliği fosillere ulaşılmasını neredeyse olanaksızlaştırıyor
Korunanlar: kireçtaşları içinde üç boyutlu fosiller



SİLAHLANMA YARIŞI HIZ KAZANIYOR

CHENGJIANG, YUNNAN EYALETİ, ÇİN

520 milyon yıl önce
Kambriyen Devri'nin 3. Çağı

O zamanki enlem: 8° Kuzey
Şimdiki enlem: 25° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: ince taneli deniz tabanı çamuru
Durumu: geniş bir bölgedeki fosiller için birçok sahada yürütülen etkin kazı çalışması
Korunanlar: çok yassılaşmış ama genellikle korunmuş yumuşak dokulu fosiller



Dünya, yaklaşık 520 myö



Günümüzdeki fosil sahası

En erken Kambriyen dönemlerinden itibaren –yaklaşık 542 milyon yıl önce başlayan– denizlerdeki canlı türlerinin bir patlama yaşarcasına artışı, av ve avcı hayvanlar arasında bir silahlanma yarışını başlatmıştı. Yaklaşık 20 milyon yıl içinde en uzak omurgalı atalarımızın da aralarında bulunduğu temel hayvan grupları ortaya çıkmıştı. Bu iyi donanımlı avcılar ile giderek daha da zırhlanan avları arasındaki çatışmaya ilk kez, Chengjiang'da bulunan 520 milyon yaşındaki fosiller sayesinde tanık olduk.

Dönemin en büyük avcıları, serbest yüzen anomalocaridlerdi. Bunların 50 cm'yi aşan boyları ve kavramaya yarayan güçlü uzuvları vardı. Deniz tabanında ya da onun hemen üstünde yaşayan hayvanların çoğu ya tıpkı *Hallucigenia*lar ve süngerler gibi sivri dikenleriyle ya da eklembacaklılar gibi sert dış iskeletleriyle korunuyordu. *Myllokunmingia* gibi zırhsız hayvanlarınsa iyi birer yüzücü olduğu tahmin ediliyor. Yumuşak bedenli priapulid solucanları da oyuklarda yaşıyor ve pusu kurarak avlanıyorlardı.

Şimdiye kadar süngerler ve solucanlardan omurgalılara kadar 150 dolayında türün fosilleri bulunmuştur. Bunlardan 60'ı eklembacaklıdır. Eklembacaklıların bu denli çeşitli oluşu, kökenlerinin Prekambriyen'e dayandığı görüşünü güçlendirmektedir.

Yaygın canlılar: süngerler, solucanlar, dallıbacakakılılar ve bazı eklembacaklılar

İklim: ekvatoryal
Biyota: çok çeşitli deniz omurgasızları

1 Retifacies
2 Kumaia
3 Quadrolaminiella
4 Eldonia
5 Anomalocaris
6 Longtancunella
7 Archisaccophyllia
8 Canadaspis
9 Haikoucaris
10 Paraleptomitella
11 Myllokunmingia
12 Paucipodia
13 Paraselkirkia
14 Hallucigenia



11 MYLLOKUNMINGIA (11) 2 cm boyunda, yaprak şekilli, serbest yüzen bu hayvanın, onu en eski omurgalı atalarımızdan biri yapan bir çift göz, yumurtalıklar, yüzgeçler ve kaslar gibi organ ve uzuvları vardı.



8 CANADASPIS (8) Bu minik, karides benzeri eklembacaklı (3 cm kadar boyunda) hem Chengjiang'da hem de Burgess Shale'de yaygın olarak bulunan bir hayvandır. Bedeni korunma amaçlı iki parçalı bir kabukla kaplıydı.

13 PARASELKIRKIA (13) 2 cm boyundaki, yumuşak bedenli bu etçil hayvan, kancalı hortumunu avını içine doğru çekmek için döndürebilen günümüzün priapulid (deniz) solucanlarıyla akrabadır.





14 HALLUCIGENIA (14) Deniz tabanında yaşayan bu garip hayvanın boyu 3 cm kadardı. İlk kez Kanada'daki Burgess Shale'de keşfedilmiştir. Savunma amacıyla kullandığı dikenleri ayak sanıldığı için ilk canlandırmaları hep ters yapılmıştır.

CANLI

Kambriyen Devri'nden kalan fosil kalıntılarının ilk tanımlanmasından beri çok sayıda deniz hayvanının Erken Kambriyen'de aniden ortaya çıktığı giderek netleşmiştir. Bu canlılardan şimdiye kadar çıkartılanlar arasında süngerler, solucanlar, yumuşakçalar, dallıbacaklılar ve eklembacaklılar gibi tanınan, farklı yapılar vardır. Buna karşılık dünyanın her yanında Prekambriyen'in son tabakalarında görülen yumuşak bedenli Ediacara'lı fosillerinden çok azının, Kambriyen'in başındaki bu canlılarla biyolojik bağı bulunur. Fosillerden yola çıkarsak, temel hayvan gruplarından bazıları Kambriyen'in en erken dönemlerinde yaşanan evrimsel bir 'patlama'da ortaya çıkmıştır. Ama kayıtlar yanıltıcı da olabilir –bir başka olasılık da bu grupların Prekambriyen'de zaten evrim geçiriyor oldukları ve bunlardan birkaçının bugüne kadar korunabilen sert kısımlarını Kambriyen'in başında ve aşağı yukarı aynı zamanlarda geliştirdiğidir.

PATLAMASI

Charles Walcott'ın 1909'da British Columbia'daki Burgess Shale'de çok sayıda ve iyi korunmuş Kambriyen fosilleri bulması, bu canlıların evrimine yönelik yoğun araştırmaları başlattı. Bu Orta Kambriyen kayalarında, karmaşık bir ekosistemin gelişmiş olduğunu gösteren birtakım işaretlerle birlikte, yerleşik ve zengin bir faunanın kayıtları da vardı. Süzerek beslenen değişik boylardaki canlılar, deniz tabanındaki yiyecek parçacıklarını yerken bazı canlılar da altlarındaki tortularda oyuklar açıyordu. Deniz tabanının bu hareketli sakinlerinin yanı sıra, bazı etkin yüzücüler ve çok sayıda eklembacaklı da farklı yaşam tarzları oluşturmaya yönelik gelişmiş bir özelleşmenin var olduğunu gösteriyor Ekolojik karmaşıklığın bu erken gelişimi için ya belirgin ama hâlâ bilinmeyen ve Prekambriyen'in sonlarına dek uzanan ata soyların olması ya da Erken Kambriyen'de mineralleşmiş kabukları ve iskeletleri geliştiren canlılarda çok hızlı bir çeşitlenmenin yaşanmış olması gerekir. Çin'de çok yakın bir zamanda keşfedilen daha da yaşlı ama aynı derecede karmaşık Chengjiang faunası tartışmayı daha da alevlendirmiştir. Gerçekten bir Kambriyen patlaması yaşandığı görüşünü destekleyen kanıt, eklembacaklı çeşitliliğinin en erken Kambriyen ve en geç Prekambriyen tabakalarında görülmeyişi olmuştur; ama bu sınır dönemdeki fosil kayıtlarının Burgess Shale ya da Chengjiang benzeri bir karşılığı olmadığı için hâlâ emin olunamıyor.

CANLI PATLAMASI



SU DÜNYASI
Kambriyen patlaması, hava sıcaklıklarının ve deniz düzeyinin yüksek olduğu bir dönemde olmuştur.

KAMBRİYEN PATLAMASI GİZEMİ

Çok sayıda görülebilen fosillere, kayalarda rastlamak Darwin zamanından beri sorun olmuştur. O da zaten *Türlerin Kökeni*'nde şöyle yazmıştır: "(...) bir başka zorluk daha var... aynı gruptan çok sayıda türün, en az fosil içerdiği düşünülen kayalarda birden ortaya çıkıvermesini kastediyorum."

Kambriyen'in başlangıcında, 542 milyon yıl önce, birçok deniz hayvanı grubunun birden ortaya çıkması olgusu, 150 yıl sonra bile hâlâ doğruluğunu koruyor. Bunların arasında çeşitli yumuşakçalar, dallıbacaklılar ve birkaç çeşit de eklembacaklı vardır. Yine Darwin'in yazdığı gibi "eğer kuram (evrim kuramı) doğruysa, en alt Kambriyen tabakasının oluşumundan önce çok uzun bir zaman geçtiği tartışılmaz bir gerçektir (...) ve bu engin zaman dilimi boyunca dünya canlı yaratıklarla kaynıyordu."

Darwin'den bu yana Kambriyen öncesi yaşama ilişkin bilgimizde bir devrim yaşanmıştır. Bu devrime 3,5 milyar yıl öncesinden beri dünyada gerçekten de canlı yaratıkların kaynadığını gösteren fosil kalıntılarının keşfi yol açmıştır. Ne var ki bu keşifler de ortaya yeni bir gizem çıkartmıştır –eski kayıtların çoğu algler ve bakteriler gibi mikroskobik, tekhücreli canlılardan örnekler içeriyordu. Çokhücreli ilk küçük canlılar yaklaşık 2,5 milyar yıl önce ortaya çıktı. Ökaryot hücreli (hücre çekirdeği olan) ve görece büyük metazoalar da 1,6 milyar yıl önce geliştiler. Ama daha büyük, yumuşak bedenli ve bilateral simetrik yapılı canlıların iz fosilleri (tortullardaki oyuklar) kayalarda ancak 550 milyon yıl öncesinin tabakalarında görülmeye başlanmıştır. Basit yaşam biçimlerinin kanıtlarının milyarlarca yıl öncesine uzanmasına karşın, bu dönemde –"Kambriyen patlaması" diye anılan– canlıların karmaşıklığında ve çeşitliliğinde temel bir değişim olmuş gibi görünüyor.

Ardından 1950'den bu yana Güney Avustralya'nın Ediacara Tepeleri'ndeki çökellerde bir grup kafa karıştırıcı fosil –Prekambriyen'in çok geç zamanlarından kalan, görece büyük, yumuşak bedenli canlı kalıntıları– tanımlandı. En önemli soru şuydu: Bunlar Kambriyen hayvanlarının kayıp ataları mıydı? İlk önceleri bedenlerinde sert kısımlar olmamasına karşın çeşitli Ediacara canlıları, biraz zorlamayla da olsa, denizanaları, halkalı solucanlar, yumuşakçalar ve eklembacaklılar gibi bilinen bazı gruplara gerçekten de giriyormuş gibi göründü. Ama dünyanın değişik bölgelerindeki bir dizi sahada daha iyi korunmuş Ediacara cinsleri gün yüzüne çıktıkça bu önerilerin çok azının tutar yanı olduğu da netleşmeye başladı.

GENETİK MİRASIN İZİNİ SÜRMEK

Kambriyen patlaması sorunu için getirilen bir başka yaklaşımda "moleküler saat"lerden yararlanılır. Yaşayan metazoa gruplarındaki türlerin birbirlerinden ne kadar farklı olduklarını ölçmek için belli molekülleri karşılaştırılır. Bu moleküller bir kuşaktan diğerine hemen hemen hiç değişmemiş olarak aktarılır. Ama bunlar birçok kuşak boyunca rastgele mutasyonların birikmesiyle ortaya çıkan yavaş değişimden ya da "sürüklenme"den de etkilenirler. Değişik gruplar için sürüklenme hızının evrim boyunca aşağı yukarı sabit olduğu kabul edilir. Böyle olunca çeşitli grupların birbirlerine ne kadar yakın akraba olduğunu hesaplama ve çok uzak geçmişte tür olarak birbirlerinden ayrıldıkları tarihi de belirleme olanağı doğar.

Bu tür hesaplara göre temel metazoa grupları birbirlerinden yaklaşık 800 milyon yıl önce yani Prekambriyen'in derinliklerinde ayrılmışlardır. Eğer bu doğruysa, o zaman Kambriyen patlaması olgusu da büyük olasılıkla metazoaların beden planlarındaki ani ve köklü çeşitlenme değil de var olanlardan önceki çeşitli gruplarda kabuk ve iskelet gibi sert kısımların yaklaşık olarak eşzamanlı evrimi demek olacaktır.

Eğer moleküler saat hesapları doğruysa, o zaman da 800 ila 540 milyon yıl önce yaşamış olan yumuşak bedenli ata soyların kayıp fosilleri sorunu karşımıza çıkar –uygun koşullarda olup yumuşak dokuları koruyabilen fosil yatakları enderdir ve böylesi eski dönemlerle ilgili çökeller daha da ender bulunur; ama her şeye rağmen neden o yaşlarda bir fosilin hâlâ bulunamadığını açıklamak da zor görünüyor. Bu da bir başka olasılığı akla getiriyor: Moleküler saat yalnızca daha kısa zaman ölçeklerindeki fosiller için doğru sonuç veriyor olabilir ve belki mutasyon hızı da zaman içinde değişmiştir.

KANIT

KARTOPU DÜNYA Ediacara topluluğunun ortaya çıkmasından hemen önceki dönemde gezegenimiz, buzulların ekvatora yakın bölgelere kadar indiği ve belki de bütün yeryüzünü kapladığı, bir dizi büyük buz çağına girdi. Bu "Kartopu Dünya" olayı ve Prekambriyen'in sonlarında Dünya'nın bundan hızla çıkışı, karalarda ve okyanuslarda –deniz canlılarının evrim hızının değişmesiyle ilişkilendirilebilecek– birtakım değişimlere yol açmış olabilir.



HARİKA YAŞAM Kambriyen'in başlarında canlıların ani çeşitlenmesinin gün yüzüne çıkartıldığı ilk önemli saha, 1900'lü yılların başında Kanada'da keşfedilen Burgess Shale'dir. Ancak oradan çıkartılan fosillerin tanımlanması tartışma yaratmıştır. 1970'li yıllarda yürütülen yeni çalışmalarda, bunların birçoğunun metazoa yaşamının başlarında "yaşamın giriştiği deneysel çalışmalar" olduğu ileri sürülmüşken daha yakınlarda bunların birçoğu, hayatta kalan tanıdık hayvan gruplarının ilk üyeleri olarak yorumlandılar.



1. GEÇ PREKAMBRİYEN'DE YAŞAM 630-543 MYÖ

Ediacara fosilleri dünyanın her yanındaki 630-542 milyon yıl önce oluşmuş tabakalarda ortaya çıkarılıyor. Bunlar, bazılarının boyu 2 m'yi bulan, yumuşak bedenli çok çeşitli deniz canlılarıdır. Anatomilerinin farklı oluşu deniz tabanının hem üstünde hem de içinde çok farklı yaşam tarzlarının olduğunu gösteriyor.

Genel olarak Ediacara topluluğunun yapısı, bazıları hareket de edebilen yassı disk ve şeritlerden, kökleri olan front ve keselere kadar değişir; çoğu birkaç santimetre boyundadır. Bedenleri, ortamdaki tortuların üzerine çıkan izler (şekiller ve kalıplar) halinde korunmuştur. Genellikle dikilmiş kumaşa benzeyen, garip görünümleri vardır. Denizanalarıyla yüzeysel bir benzerlik gösterirler ama doku özelleşmesi ya da mide benzeri bir yapıya uzanan bir açıklık gibi tipik "mercan" özellikleri gösterdiklerine ilişkin bir kanıt bulunmamaktadır. Bu canlılardan herhangi birinin 543 milyon yıl öncesinin ötesinde yaşadığını gösteren kabul edilmiş hiçbir kanıt da yoktur.

2. SINIRIN ÖTESİNDE 548-535 MYÖ

Yaklaşık 548 milyon yaşındaki, bilinen en eski "sert kısım" fosilleri milimetre boyutlarındadır ve görece ilkel canlılara aittir. Minik, kireçlenmiş saplı kürecikleri (*Namacalathus*) ve boruları (*Cloudina*) deniz tabanından çıkan bu canlıların olasılıkla sünger ya da solucanlarla akrabalığı vardı. Kireçli "iskeleti" olan öteki hayvanların, örneğin radiocyathidlerin, sonra gelen süngerlerle belirgin ilişkileri vardır.

Mineralleşmiş iskelet kısımlarının çok çeşitli işlevleri vardı. Katı yüzeyler, kasların tutunması için gereken zemini oluştururken sert kabuklar avcı hayvanlar gibi ortamdaki bazı tehlikelere karşı koruma sağlıyordu. Bazı *Cloudina*ların gövdelerinde açılmış delikler, onların aslında günümüzde bazı yumuşakçalarda bulunan rendeleyici dişlere benzer bir uzvu olan bilinmeyen bazı hayvanlara

CHARNIODISCUS
Suyu süzerek beslenen bu canlı, günümüz denizlüyüne benziyor ama gerçekte hiçbir ilgisi yok.

DICKINSONIA
Bu büyük Ediacara cinsi hareket edebiliyordu. Paleontologların bunları, daha sonraki bazı hayvan gruplarına ilişkilendirme girişimleri olmuştu.

STROMATOLİT
Geç Prekambriyen sıralarında stromatolitlerin çoğu yeşil alg kolonilerince oluşturuluyordu.

TRIBRACHIDIUM
Yastık benzeri bu Ediacara cinsinin üçlü simetrisi olan, kendine özgü bir yapısı vardı; başka hiçbir hayvan grubuyla kesinlikle ilişkilendirilemez.

ERNIETTA
Keseye benzeyen bu canlıları da herhangi başka bir türle ilişkilendirmek zordur.

NAMACALATHUS
Kase şeklindeki tepesi bir sapla desteklenen bu garip canlılar kireçli bir kabuk geliştiren ilk canlılardı.





ARCHAEOCYATHID
Resif yapan bu canlılar Kambriyen'in en başından beri vardır ve belki de bilinen ilk süngerlerdir.

AVLANMANIN ŞAFAĞI

Kambriyen patlamasını açıklamak için ileri sürülen en ilginç hipotezlerden biri, onun avlanma temelli yeni bir yaşam tarzının doğmuş olmasıyla birlikte başladığıdır. Bazı yorumlara göre Ediacara'lılar simbiyotik canlılardı –şişkin jöle dolu keseler, fotosentez yapan ve güneş ışığını besine dönüştüren bakterilere ev sahipliği yapıyordu. Bu hipoteze göre Prekambriyen'in sonu, henüz herhangi bir avcının olmadığı bir "cennet"ti. Bunu izleyen "küçük kabuklu fauna" ise ilk avcılara verilen bir karşılıktı. Peki ama bu avcılar nereden çıkmıştı ve kabuklar nasıl evrim geçirmişti? Bu kurama göre ikisi de o dönemin denizlerinde artan kalsiyum karbonat oranının bir sonucuydu. Mineralleşmiş sert beden kısımlarının yapımında kalsiyum karbonatı kullanan bazı hayvanlar, destek yapıları geliştirdiler. Ama bunlar, bazı bilinmeyen hayvanlarda ilkel rendeleyici dişlere dönüştü ve bu da büyük ölçekli bir avlanmayı başlattı. Öteki hayvanlar da kendi mineralleşmiş yapılarını, savunma amacıyla kullandılar; böylece bir "silahlanma yarışı" başladı.

3. PATLAMANIN KALBİ 535-510 MYÖ

yem olduğunu gösteriyor.

Anabarites denen birkaç santimetre boyunda tüp biçiminde fosillerden birkaçı, bazıları 542 milyon yaşında olan en erken Kambriyen tabakalarında bulunmuştur. Tam Neoproterozoyik'in sonunda, birçok Ediacara cinsinin soyunun tükenmeye başladığı bir zamanda, minik ve gizemli canlılar *Cloudina* ve *Namacalathus* ile ilk mineralleşmiş iskeletler görülmeye başlanmıştı.

İster diğer avcı hayvanlarla zırhlı avları arasındaki bir "silahlanma yarışı" ile ister okyanuslardaki jeokimyasal değişimin sonucu olarak ya da her ikisinin de etkisiyle tetiklenmiş olsun, Kambriyen'in ortalarına gelindiğinde, Paleozoyik'in deniz yaşamının biyolojik ve ekolojik temelleri atılmıştı. Dahası, ileride tuzlu suda, tatlı suda ve en sonunda karalarda yaşamaya uyum gösterecek bir dizi beden planı geliştirilmiş durumdaydı. Eklembacaklılar sert dış iskeletleriyle ve eklemli bacaklarıyla suyun dışındaki ve atmosferin kuru gazlarının içindeki yaşamın zorluklarına sanki önceden hazırlanmış gibiydiler. Bu sırada kordalıların anatomisinde de iç iskelet gelişiyordu. Bu önemli özellik ileride tetrapodların karada geçireceği evrim için çok uygundu.

OMURGALILAR ➧



MYLLOKUNMINGIA
İlk kordalılardan olan bu hayvan kıkırdaklı bir iskelet geliştirmiş ve bir balık asalağını andırıyor.

EKLEMBACAKLILAR ➧



CANADASPIS
İlk eklembacaklılardan biri olan bu hayvan koruyucu bir kabuk geliştirmişti. Hareket etmek için de segmentli uzuvlarını kullanıyordu.

DENİZ SOLUCANLARI ➧



OTTOIA
Deniz tabanında açtığı oyuklarda yaşayan bu solucan, Kambriyen'in önemli avcılarından biriydi.

ALGLER ➧



STROMATOLİT
Geç Prekambriyen'den itibaren stromatolitlerin çeşitleri azaldı. Bunun nedeni büyük olasılıkla onların algleri yiyecek biçimde evrim geçiren hayvanların artmasıydı.

DALLIBACAKLILAR ➧



LONGTANCUNELLA
Dallıbacaklıların bu ilk örneklerinde menteşesiz kabuklar görülür. Kısa bir süre sonra menteşeli kabuklar da ortaya çıkmıştır.

MERCANLAR VE MEDÜZLER ➧



ARCHISACCOPHYLLIA
Bu ilkel deniz anemonu bir anthozoadır –modern anemonları ve mercanları da içeren grubun bir bölümü.

SÜNGERLER ➧



QUADROLAMINIELLA
Kambriyen patlaması sırasında süngerler hızla çeşitlenmiştir –bu cins hem cam süngerleriyle hem de demospongiae sınıfındaki süngerlerle ilişkilendirilmiştir.

4. GÜNÜMÜZE KADAR GELEN KAMBRİYEN MİRASI

Kambriyen yaşamındaki patlama, Paleozoyik'te, izleyen yaklaşık 300 milyon yıl boyunca deniz canlılarının tarihini belirledi. Günümüzde suda ya da karada yaşayan tanıdık birçok hayvanın –özellikle de yumuşakçaların ve eklembacaklıların– beden planının temelini oluşturdu. Görece kısa bir zamanda da kordalılarda temel omurgalı beden planı ortaya çıktı. O dönemde olmayan en önemli canlılar, damarlı bitkilerdi.

Ne var ki Kambriyen'den bu yana tür ve familya gruplanmalarında sürekli bir evrimsel devir oluyor; günümüze dek gelebilen hiçbir Kambriyen türü yok ve Paleozoyik gruplardan birkaçının da soyu tümüyle tükenmiş durumda. Evrim geçirerek yeni oluşan gruplar –özellikle omurgalılar ve damarlı bitkiler arasındakiler– Paleozoyik'in sonlarındaki ve Mesozoyik'teki yaşama belirgin biçimde farklı bir görünüm kazandırdılar. Ama bunların da çoğu yok oldu. Sonuç olarak şu anki biyotanın Kambriyen dönemindekine benzeyen çok az bir yanı kaldı –patlamanın bugüne dek aktarılan gerçek mirası genlerde ve temel biyolojik yapılarda yatmaktadır.

OMURGALILAR

Omurgaları ve sert bir iskeletleri oluşu sayesinde omurgalı hayvanlar hem denizlerde ve karalarda muazzam bir çeşitliliğe ulaştılar hem de bütün büyük hayvanlar onlardan çıktı.



EKLEMBACAKLILAR

Sertleşmiş dış iskeletleri sayesinde eklembacaklılar da hem denizde hem de karada zengin bir çeşitliliğe ulaştılar. Genellikle küçük yapılı olmalarına karşın hayvan türlerinin büyük bölümü eklembacaklılardandır.



PRIAPULIDLER

Günümüzde yalnızca 16 priapulid deniz solucanı türü yaşıyor. Soğuk kutup sularında, çamurda oyuklar açıyor ve özelleşmiş yaşam tarzlarını sürdürüyorlar.



ALGLER

Algler Dünya'nın ekosisteminde önemli bir rol oynamayı hâlâ sürdürüyor. 450 milyon yıl önce kara bitkilerinin ortaya çıkmasını sağlamışlardı. Ancak onlarla beslenen hayvanlar yüzünden mat oluşturan alg kolonileri artık çok az stromatolit yapabiliyor.



DALLIBACAKLILAR

Dallıbacaklılar Paleozoyik zaman boyunca geliştiler ve çoğaldılar ama Permiyen'in sonunu belirleyen kitlesel yok oluş (*bkz.* 108. sayfa) sırasında çoğu yok oldu. O zamandan bu yana yerlerini büyük ölçüde yumuşakçalara bıraktılar.



MERCANLAR VE MEDÜZLER

Batıcı hücreleriyle tanınan bu grup kısa süre önce iki temel dala ayrıldı –anemonlar ve mercanlar gibi yerleşik anthozoalar ve denizanaları gibi hareketli medüzler. İkisi de günümüzün başarılı gruplarıdır.



SÜNGERLER

Üç sünger grubundan en az ikisinin (cam süngerleri ve kireçli süngerler) kökeni Kambriyen patlamasına dayanır. Ancak günümüzde demospongiae sınıfı süngerler sayıca her iki sınıfı da geçmiştir.



KAMBRİYEN DÜNYASINDAN MİRAS BİR SAHA

BURGESS SHALE, BRITISH COLUMBIA, KANADA

510 milyon yıl önce
Kambriyen Devri'nin 4 ve 5. Çağı

O zamanki enlem: 15° Kuzey
Şimdiki enlem: 51,5° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: tabana doğru eğimli kıta sahanlığı
Çökeller: deniz tabanı çamuru
Durumu: Mount Wapta ile Mount Field arası 1981'de Dünya Mirası Sahası kabul edildi
Korunanlar: yassılaşmış ve biraz başkalaşmış ama yumuşak kısımları korunmuş fosiller



Dünya, yaklaşık 510 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Daha eski Chengjiang biyotasıyla birlikte Burgess Shale'in de dikkat çekici niteliği bütün hayvanlarda ama özellikle eklembacaklılarda görülen tür çeşitliliği ve bolluktu. Hayvanlar o kadar çok ekolojik nişe uyum göstermişlerdi ki ilk ortaya çıktıklarından beri dikkate değer bir süre geçmiş olmalıydı.

Çeşitlilikteki bu patlama Kambriyen'in başında, silahlanma yarışı başladığında mı olmuştu yoksa Prekambriyen'in sonlarına kadar uzanıyor muydu? İkinci senaryonun sorunu, eklembacaklılar gibi grupların Kambriyen öncesinden kalan hiç fosillerinin olmayışıdır.

Burgess Shale fosilleri, hemen her zaman dike yakın eğimli bir deniz altı yamacının tabanı dolaylarındaki tortularda bulunuyordu. Deniz tabanındaki çamurda oluşan periyodik heyelanlar, yakınlarda yaşama bahtsızlığını gösteren hayvanları sürüklüyordu. Heyelan durduğunda da oksijensizlikten ölen hayvanlar, çamurun içinde gömülü kalıyordu. Paleontologların şansına, neredeyse bir anda olan bu gömülme, hem leşçiller için caydırıcı oluyordu hem de çamurun içindeki oksijensiz ortam, yüzgeçler, antenler ve iç organlar gibi biyotanın yumuşak kısımlarının da sert kısımlar kadar iyi korunmasını sağlıyordu.

İklim: mevsimsel tropikal sular

Yaygın canlılar: süngerler, karides benzeri eklembacaklılar, eldoniidler ve deniz solucanları

Biyota: çeşitli deniz canlıları, özellikle eklembacaklılar



ANOMALOCARIS (13) Önce bir denizanası olduğu düşünülen bu fosilde, gerçekte Burgess Shale'in en tepedeki avcısı olan yaklaşık bir metre boyundaki *Anomalocaris*'in dişli ağız yapısı korunmuştur.



WIWAXIA (14) Çamurda ilerleyen bu pullu hayvan en çok 5 cm kadardı. Salyangoz benzeri tabanı ve radulası olan minik *Wiwaxia*, polychaete solucanlarla ilişkilendirilmişti.

1 *Pikaia*
2 *Opabinia*
3 *Thaumaptilon*
4 *Yohoia*
5 *Odontogriphus*
6 *Dinomischus*
7 *Marrella*
8 *Aysheaia*
9 *Vauxia*
10 *Sidneyia*
11 *Olenoides*
12 *Canadaspis*
13 *Anomalocaris*
14 *Wiwaxia*
15 *Canadia*
16 *Pirania*
17 *Hallucigenia*
18 *Ottoia*
19 *Eldonia*
20 *Ctenorhabdotus*



CANADIA (15) 3 cm boyundaki bu segmentli solucanın uzun ve sert kıllardan oluşan koruyucu bir kaplaması vardı. Onu avcılardan koruyan ve belki de renk değiştiren bu kıllar *Canadia*'nın deniz tabanında ilerlemesine de yardımcı oluyordu.



OTTOIA (18) 8 cm boyundaki bu deniz solucanı, deniz tabanındaki yaygın avcılardan biriydi. Bir oyukta yaşar ve yakından geçen dikkatsiz hayvanları avlardı.

RESİF YAŞAMI GELİŞİYOR

TRENTON, NEW JERSEY, ABD

yaklaşık 461 milyon yıl önce
Orta ile Geç Ordovisiyen arası







O zamanki enlem: 13° Güney
Şimdiki enlem: 39° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: çamur karbonatları
Durumu: Kuzey Amerika'nın ortasında ve doğusunda, yüzeye çıkmış geniş Ordovisiyen tabakalarında dağınık bulunan birçok saha
Korunanlar: kireçtaşı içinde üç boyutlu fosiller, piritli şeyillerde korunmuş bazı yumuşak dokular



Dünya, yaklaşık 461 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Ordovisiyen'de sığ denizlerde yaşam, yeni evrimsel buluşlarla hızla gelişiyordu. Deniz canlılarındaki çeşitlilik 500 familyaya kadar ulaşmıştı. En önemli olay resiflerin, özellikle de Laurentia'yı (Kuzey Amerika) kaplayan tropikal sulardakilerin hızla gelişmesiydi. Kireçli iskeleti olan canlı sayısındaki artışın, resif dokusuna katkısı oluyordu.

Sürekli büyüyen trombolitler, deniz tabanında yükselen, çok geniş, tepe şeklinde yığınlar oluşturuyorlardı. Bu sağlam ve sıkı malzeme, kireçli süngerlerin, yosun hayvancıklarının, denizzambaklarının ve yeni yeni ortaya çıkan mercanların tutunabileceği bir zemin sağlıyordu. Bunların, özellikle de güçlü ve esnek saplı denizzambaklarının oluşturduğu çayır benzeri alanların büyümesi, akıntıları engelliyor, hafifletiyordu.

Bu korunaklı çukurlarda dallıbacaklılar ve bazı deniztarakları sudaki organik parçacıkları süzerek besleniyor, trilobitler deniz tabanında dolaşıp birtakım organik kalıntıları yiyor ve salyangozlar da alglerle besleniyorlardı. İlk öripteridler (deniz akrepleri) de karanlık yerlerde pusuya yatmış, kıskaçlarıyla yakalayacakları avlarını bekliyorlardı.

Suyun üst kesimlerinde avcı nautiloidler (kafadanbacaklılar) devriye geziyor ve saldıracak av arıyorlardı. Bunlardan bazıları çok büyüdü ve Paleozoyik'in başlarında denizlerin 10 m'lik dev avcıları oldular.

Yaygın canlılar: süngerler, denizzambakları, trilobitler, dallıbacaklılar, naoutiloid kafadanbacaklılar

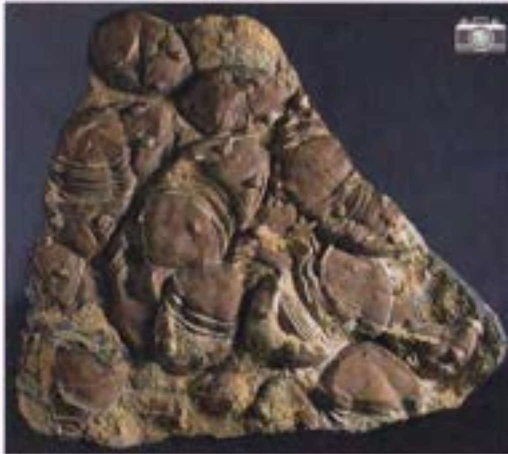
İklim: tropikal denizler, yüksek küresel yaz sıcaklıkları

Biyota: çok çeşitli resif sakinleri

1. *Sinuites*
2. *Megalograptus*
3. *Balanacrinus*
4. *Homotelus*
5. *Orthoceras*
6. *Salteraster*
7. *Sowerbyella*

HOMOTELUS (4) Eksiksiz birçok *Homotelus*'un keşfi, 8 cm'lik bu trilobitin büyük olasılıkla üremek için mevsimlik sürüler halinde bir araya geldiğini düşündürüyor.

SINUITE (1) 4 cm boyundaki bu salyangozun simetrik kasları ve arkadan açık kabuğu görülüyor. Kabuğun çevresi boyunca giden bir oluk, solunum sırasında oksijeni alınmış suyun ayrı olarak dışarı atılmasını sağlıyordu.





SOWERBYELLA (7) Erken Paleozoyik'in bu yaygın dallıbacaklısının 1,5 cm genişliğindeki bütün bir kabuğu, başka dallıbacaklıların kırılmış kalıntılarıyla birlikte deniz tabanında fosilleşmiş olarak duruyor.

ÇENESİZ BALIKLARIN YÜKSELİŞİ

SACABAMBILLA, COCHABAMBA, BOLİVYA

yaklaşık 455 milyon yıl önce
Geç Ordovisiyen Devresi'nin Katiyen Çağı

O zamanki enlem: 50° Güney
Şimdiki enlem: 17° Güney
Deniz düzeyi: alçalıyor
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: kumtaşı
Durumu: Andlar'ın yüksek kesimlerindeki uzak bir köye yakın bir saha
Korunanlar: bazen korunmuş orijinal kemikler ve ayrıntılarını korumuş neredeyse bütün iç kalıplar



Dünya, yaklaşık 455 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Paleozoyik'in başlarında ortaya çıkan ilk balıklar günümüz balıklarından çok farklıydı. Bunlar garip görünüşlü –çeneleri ve dişleri olmayan, bu nedenle de çenesiz balıklar olarak adlandırılan– hayvanlardı. En ilkellerinin yüzgeçleri bile yoktu; bunlar günümüz balık asalaklarının uzak akrabalarıydılar. Baş ve gövdeleri kolayca onarılabilen, gözenekli, kemik benzeri bir maddeden yapılma koruyucu plakalarla kaplıydı.

Yüzerken kullanılan kuyrukların esnek olması gerekiyordu. Bu nedenle de kuyruk yalnızca deriyle ya da pullarla korunuyordu. Dişleri de olmadığından çenesiz balıklar, genellikle çamuru eşeliyor ve deniz tabanındaki organik tortuların yanı sıra, yumuşak algleri ve mikroorganizmaların oluşturduğu matları emiyorlardı.

İlk çenesiz balık fosillerini (*Eryptichius* ve *Astrapsis*) Amerikalı paleontolog Charles Walcott 1890'lı yıllarda Colorado'daki Harding Sandstone'da (Geç Ordovisiyen) bulmuştur. Orta Ordovisiyen'den kalma daha yaşlı örnekler (*Arandaspis*) 1977'de Orta Avustralya'da çıkarılmıştır. Ama en eksiksiz *Sacabambaspis* örnekleri –birçok tam fosil– Bolivya'da, lingulid kabuklarının ortasında yığılı olarak bulunmuştur. Bu durum da hepsinin, aniden gelişen tek bir etkiyle –tuzluluk oranındaki ani bir değişim gibi– öldüğünü düşündürmektedir.

İklim: buzul çağına doğru giden bir soğuma

Yaygın canlılar: dallıbacaklılar, çenesiz balıklar, algler

Biyota: çeşitliliği az sığ deniz canlıları

1 *Sacabambaspis*
2 lingulid dallıbacaklı



"ÇENESİZ" (1) *Sacabambaspis*'in kepçe şeklindeki ağzında algleri ve deniz tabanındaki çamuru kazımak için sıra sıra kemiksi çıkıntılar bulunuyordu.



SACABAMBASPIS (1) Her ne kadar 24 cm'lik bu çenesiz balığın iç yapısının üç boyutlu kalıbı kumtaşında iyi korunmuş olsa da bedeninin kemikli zırhının ayrıntılarına ilişkin geriye hiçbir şey kalmamıştır.



LINGULID DALLIBACAKLI (2) Oyuklarda yaşayan bu ilkel dallıbacaklının varlığını, yalnızca deniz tabanından dışarı çıkan, saç benzeri, küçük bir demet iğne açığa vuruyor

SOĞUK SULAR, DEV KONODONTLAR

SOOMSHALE, GÜNEY AFRİKA

450 milyon yıl önce
Geç Ordovisiyen Devresi'nin Katiyen Çağı

O zamanki enlem: 60° Güney
Şimdiki enlem: 32° Güney
Deniz düzeyi: alçalıyor
Orijinal ortam: sığ deniz suları
Çökeller: az sayıda "sapkın kaya" barındıran katmanlı deniz çamuru
Durumu: özel mülk içindeki Soom Shale sahası yasal koruma altındadır
Korunanlar: fosiller yassılaşmıştır ama bazı yumuşak dokular korunabilmiştir



Dünya, yaklaşık 450 myö



Günümüzdeki fosil sahası

1993'te dev bir konodont fosilinin keşfiyle Soom Shale'e ve onun soğuk su deniz yaratıklarına yönelik dünya çapında bir ilgi doğdu. Konodontlar yılanbalığı şeklinde hayvanlardı –ve omurgalıların büyük bölümünden çok farklı, sert, küçük dişlerle dolu ağız yapılarıyla etkili avcılardı.

Paleozoyik deniz tabanı çökellerinde yaygın olarak bulunan konodont fosilleri 100 yılı aşkın bir süredir yalnızca milimetre boyutlarındaki dişlerden ibaretti. Bu dişleri hangi hayvanın taşıdığı bilinmiyordu.

İlk konodont bedeni fosili 1983'te İskoç Karbonifer tabakalarında bulundu. Boyu 4 cm kadar olan hayvanın bir kordalı olduğu belliydi. Çok gelişmiş gözleri ve birkaç çift çubuk dişten oluşan karmaşık bir beslenme aygıtı vardı. Soom Shale'de bulunan konodont ise bunun tersine 40 cm'lik boyu ve 2 cm'lik beslenme aygıtıyla tam bir devdi. Bu hayvanların, avlarını beslenme aygıtlarını uzatarak yakaladığı, aygıt ağza geri yerleştikten sonra da onları çiğnediği tahmin ediliyor.

Deniz tabanında oksijen az olduğundan –her ne kadar bazı sesil (tek başına, tutunarak yaşayan) dallıbacaklılar hayatta kalmayı beceriyorlardıysa da– eklembacaklılar ve kafadanbacaklılar gibi öteki Soom Shale hayvanlarının çoğu dipten yukarılarda yüzerdi.

DEVONIYEN | KARBONIFER | PERMIYEN

359.2 | 299 | 251

Yaygın canlılar: konodontlar, öripteridler, naraoiidler, nautiloidler, dallıbacaklılar

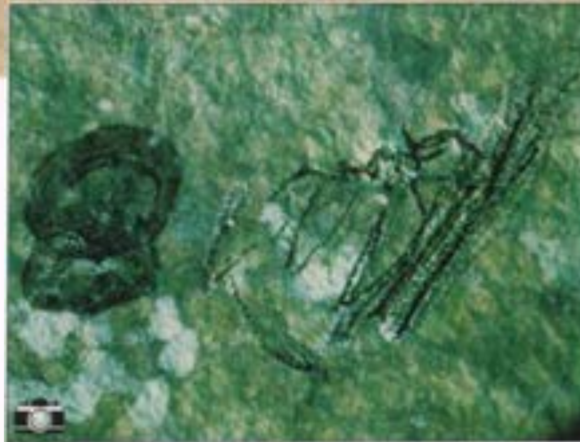
İklim: biraz deniz buzu ve sığ denizlerin soğuk suları

Biyota: çeşitliliği az, soğuk su deniz canlıları

1. *Onychopterella*
2. ortokonik nautiloid
3. orbiculoid dallıbacaklı
4. *Promissum*
5. *Soomaspis*

3 ARKAYA TAKILMAK (3)
Süzerek beslenen orbiculoid dallıbacaklıların tutunacakları sağlam bir yüzeye –tıpkı bu koni biçimli nautiloid gibi– gereksinimleri vardı. Dallıbacaklıların larvaları kendilerini canlı nautiloidlere sabitlemek için etli pediküllerini kullanırlardı.





4 PROMISSUM (4) Konodontların dişleri bilateral simetri gösteren birkaç çift sivri uçlu çubuktan oluşuyordu. Bunlar avı ağzın içine götürmeye yarayan bir beslenme aygıtı gibi çalışırdı. Buradaki koyu yuvarlak izler fosilleşmiş göz kapsülleridir.



4 PROMISSUM (4) 40 cm boyundaki bu konodont sıra dışı "diş aygıtı"nı avını ağ gibi sarmak için uzatabilen, büyük gözlü bir avcıydı.

DENİZ AKREPLERİ VE ÇENESİZ BALIKLAR

LESMAHAGOW, İSKOÇYA

430 milyon yıl önce
Landoveriyen Devresi'nin Teliçiyen Çağı

O zamanki enlem: 17° Güney
Şimdiki enlem: 56° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: sığ denizden acı suya
Çökeller: çamur karbonatları
Durumu: İskoçya'nın Midland Vadisi boyunca korunmuş birkaç saha
Korunanlar: Yassılaşmış ama çoğu iyi korunmuş fosiller, fosilleşmiş bazı yumuşak dokular



Dünya, yaklaşık 430 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Silüriyen'de çenesiz balıklar Dünya'nın bütün okyanuslarında geliştiler ve çoğaldılar. Yaşam alanlarını tuzluluk oranı değişken sığ sulara kadar genişlettiler. İskoçya'nın Midland Vadisi'ndeki Silüriyen tabakalarında en az 15 farklı çeşit çenesiz balık bulundu. Bunlar arasında dipte yaşayan, ağır zırhlarla kaplı, yavaş hareket edenler kadar zırhı olmayan ve hızlı yüzenler (*Loganellia*, *Jamoytius* ve *Birkenia*) de vardı. Olasılıkla çeşitli mikroplardan ve planktonlardan oluşan yiyeceklerle besleniyorlardı. İyi yüzücü olanların fosillerinin en iyi örnekleri, Lesmahagow gibi tortulları ince taneli olan sahalarda çıkmıştır.

Ne var ki bu dönemin çenesiz balıklarının hem yeni evrimleşmiş çeneli balıklarla hem de büyük ve etkili eklembacaklı avcılarla –öripteridlerden bazılarının boyu 2 m'yi buluyordu– vahşi bir rekabete girmeleri gerekiyordu. Deniz akrebi olarak da bilinen, soyu tükenmiş bu eklembacaklıların avlarını kavrayıp parçalamada kullandıkları büyük ve güçlü kıskaçları vardı.

Bu ortamda çok sayıda küçük eklembacaklı da bulunuyordu. Bunların arasında bir zamanlar garip bir kordalı hayvan olduğu düşünülen *Ainiktozoon* da vardı. *Ainiktozoon*lar büyük koruyucu kabukları olan, iyi yüzen avcı thylacocephalan eklembacaklılardı.

DEVONİYEN | KARBONİFER | PERMİYEN

359.2 | 299 | 251

Yaygın canlılar: çenesiz balıklar, öripteridler, phylocaridler, nautiloidler, dallıbacaklılar, süngerler, denizzambakları, trilobitler

İklim: sıcak tropikal deniz suları

Biyota: örihalin sığ deniz canlıları

1. *Ainiktozoon*
2. *Loganellia*
3. *Ceratiocaris*
4. *Pterygotus*
5. *Jamoytius*
6. *Birkenia*

AINIKTOZOON (1) Bu garip thylacocephalan eklembacaklı yaklaşık 15 cm boyundaydı ve büyük bileşik gözleri vardı. Bu gözlerle izlediği avını kavrayıcı kıskaçlarıyla yakalardı.







LOGANELLIA (2) Bu telodont çenesiz balık 15 cm boyundaydı ve çiftler halinde, küçük yüzgeçleri vardı. Bedeni küçük pullarla kaplıydı. Yaygın olarak Baltık kıyılarında ve Almanya'da bulunurdu.



CERATIOCARIS (3) Karides benzeri, yüzücü bir eklembacaklı olan *Ceratiocaris*, 12 cm boyundaydı ve korunmak için gövdesinin üst bölümünü kaplayan bir kabuğu vardı. Avcılardan kaçmak için kaslı kuyruğunu hızla titretirdi.

BIRKENIA (6) Burada 10 cm boyundaki, yassılaşmış bir *Birkenia*'nın bedenini kaplayan ince pullar görülüyor. Ağzı solda, gözü üstte ve kuyruğu da sağda duruyor.

RESİF YAŞAMI TOPARLANIYOR

WREN'S NEST, DUDLEY, İNGİLTERE

yaklaşık 425 milyon yıl önce
Venlokiyen Devresi'nin Homeriyen Çağı

O zamanki enlem: 18° Güney
Şimdiki enlem: 52,5° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: sığ deniz
Çökeller: karbonatlar
Durumu: Midlands ve Welsh Borders'a dağılmış, korunmuş birçok tarihsel saha
Korunanlar: yaygın olarak üç boyutlu ve kabuk karbonatı korunmuş fosiller



Dünya, yaklaşık 425 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Geç Ordovisiyen'deki bir buzullaşmanın ardından eriyen buzlar deniz düzeyini yükseltti, su baskınlarıyla kıtaların içlerinde sığ denizler oluştu. Tropikal resifler temel resif yapıcı canlılar olan çok sayıda mercan, yosun hayvancığı, stromatoporoid ve kireçli algle yeniden çoğalıp gelişti.

Silüriyen resif fosilleri Kuzey Amerika'da Büyük Göller bölgesinde, Baltık'ta ve Rusya Uralları'nda iyi korunmuş durumdadır. Tarihsel açıdan önemli resifler Endüstri Devrimi'ni ateşleyen kireçtaşının çıktığı yerler olan Welsh Borders ve English Midlands'deki Dudley'de iyi korunmuştur.

Dudley resifleri temel olarak bir metre kadar yüksekliği olan tepecikler şeklinde gelişmiştir. Bunların yanında alçak resifler ve kabuk kaldırımları da vardır. Dallıbacaklılar ve deniztaraklarının yanı sıra denizzambağı çayırları ve algler de bu sert zeminde yaşıyorlardı. Trilobitler ve salyangozlar bunların arasında dolaşıyor ve yiyecek arıyorlardı. Bunların üzerinde supya benzeri avcı ortokonik nautiloidler sürüler halinde yüzüyordu. Ortam, küçük çift kabuklu ostracodlar gibi eklembacaklılarla ve minik konodontlarla kaynıyordu. Zaman zaman daha derinlerden gelen graptolit sürüleri de geçiyordu. Bunlar öldüğünde garip, kıltesteresinin bıçaklarını andıran geometrik şekilli bedenleri deniz tabanına düşüyor ve resifi çevreleyen yumuşak karbonatlı çamura gömülüyordu.

Yaygın canlılar: mercanlar, yosun hayvancıkları, stromatoporoidler, denizzambakları, trilobitler, dallıbacaklılar, nautiloidler

İklim: tropikal deniz, küresel yüksek yaz sıcaklıkları, volkan külü serpintisi
Biyota: resif sakinlerinde zengin çeşitlilik (kayıtlara 600 dolayında tür geçmiştir)



C CALYMENE (4) Halk arasında Dudley "böceği" ya da "çekirgesi" olarak da bilinen bu trilobit 10 cm'ye kadar büyüyebiliyordu. Avcılardan korunmak için kuyruğunu başının altında toplayıp yuvarlanır ve top olurdu.



C CYRTOGRAPTUS (9) Basit şekillerine -sarmal şekilli bu örnek gibi- karşın graptolitler yaklaşık 12 cm genişliğinde, karmaşık "yarı sırtipli" hayvanlardı.



C DALMANITES (11) Trilobitler Silüriyen'in 8 cm boya kadar uzayabilen yaygın eklembacaklılarıydı. Bu fosilde tipik trilobit bedeni açıkça görülüyor.

1. *Protochonetes*
2. *Halysites*
3. *Monograptus*
4. *Calymene*
5. *Gissocrinus*
6. *Favosites*
7. *Heliolites*
8. *Atrypa*
9. *Cyrtograptus*
10. *Ketophyllum*
11. *Dalmanites*

KARALAR YEŞERİYOR

LUDFORD LANE, SHROPSHIRE, İNGİLTERE

419 milyon yıl önce
Ludloviyen Devresi'nin Ludfordiyen Çağı

O zamanki enlem: 15° Güney
Şimdiki enlem: 52° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: kıyılardaki çamur düzlükleri
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: Welsh Borders'a dağılmış, korunmuş birçok tarihsel saha
Korunanlar: fosiller genellikle yassılaşmış ama ince taneli tabakalardakilerin çoğu iyi korunmuş



Dünya, yaklaşık 419 myö



Günümüzdeki fosil sahası

İlk kara bitkileri Geç Ordovisiyen'de evrimleşen ilkel yosunlar ve likenlerdi (biryofitler) ama büyümeleri çok sınırlıydı. Karalarda, görece kuru atmosferde yaşam bütün canlılar için zordu. Karaların istilası sırasında bitkilerin fotosentez sayesinde enerjilerini Güneş'ten elde etme üstünlüğü vardı. Buna karşın hayvanlar besin için ya bitkilere ya da başka hayvanlara bağımlıydılar. Ne var ki bitki dokularının da yerçekimine karşı büyümek için, oksitlenmeden korunmak için, hidrasyona ve morötesi ışınların zararlı etkilerine karşı hâlâ desteğe gereksinimi vardı. *Cooksonia* ve *Steganotheca* gibi dik duran ilk kara bitkilerinin fosilleri Welsh Borders'taki Geç Silüriyen tabakalarından ortaya çıkmıştır. Kısa (4 cm), çatallanmış gövdelerinin ucunda, içinde sporlar olan kapsüller bulunuyordu. Yaprakları olmadığından bitkinin stomaları (solumak için hücre açıklıkları) gövdede ya da dallardaydı.

Karadaki ilk hayvanlar sert, su geçirmez dış iskeletleriyle zorlu koşullar için sanki önceden hazırlanmış gibi görünen eklembacaklılardı. Bunların arasında topraktaki bakterilerce çürütülmüş bitkileri yiyen çokayaklı detrivorlar ve etçil trigonotarbid araknidler de vardı. Bütün bu ilk karasal canlıların fosilleri akarsu yoluyla taşınıp kıyılara vuran kalıntılar olarak bulundu.

İklim: tropikal, küresel "sera" sıcaklıkları

Biyota: ilk kara bitkileri ve hayvanları

Yaygın canlılar: *Cooksonia*, *Steganotheca*, trigonotarbidler, myriapodlar

1. *Lingula*
2. *Cooksonia*
3. *Steganotheca*
4. *Palaeotarbus*
5. *Eoarthropleura*
6. *Strophochonetes*

COOKSONIA (2) Oldukça yassılaşmış ve karbonlaşmış fosilde bu ilkel kara bitkisinin çatallı dalları ve onların uçlarındaki üreme yapıları görülüyor.



COOKSONIA (2)
Kimyasal yollarla kayadan ayrıştırılan bu *Cooksonia* örneğinde bitkinin sporlarının bulunduğu başlık biçimindeki üreme yapıları görülüyor. Sporlardan bazıları şapkanın içinde korunabilmiş. Böylece bir ana bitki ile belirli bir spor yapısı arasındaki bağ ilk kez kanıtlanmış oldu.





STEGANOTHECA (3)
Bu ilkel kara bitkisinde daha karmaşık bir yapı olan birinci ve ikinci sıra dallanma görülüyor. *Steganotheca* yaklaşık 4,5 cm boya ulaşıyordu.



PALAEOTARBUS (4)
Bu minik (2-3 mm boyunda), hava soluyan ve karada yaşayan eklembacaklı avcının avını delmeye yarayan ve çiftler halinde yerleşmiş dişleri vardı.

İLK TURBA BATAKLIĞI

RHYNIE CHERT, ABERDEENSHIRE, İSKOÇYA

408 milyon yıl önce
Erken Devoniyen Devresi'nin Pragiyen Çağı

O zamanki enlem: 13° Güney
Şimdiki enlem: 57° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: karasal kaynarcalar
Çökeller: silis ve organik döküntüler
Durumu: büyük önem taşıyan ve yasal olarak korunan bir saha
Korunanlar: çakmaktaşı içinde istisnai şekilde iyi korunmuş üç boyutlu bitki ve hayvan dokuları



Dünya, yaklaşık 408 myö



Günümüzdeki fosil sahası

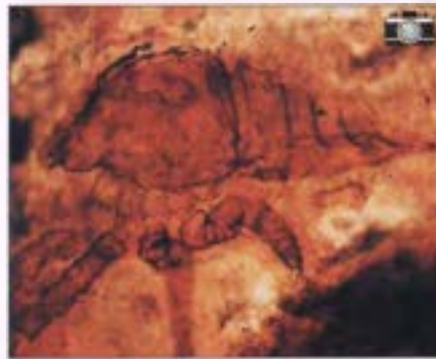
Dünyanın en eski bataklık canlıları topluluğu İskoçya'daki Rhynie'de ortaya çıkartıldı. Yaklaşık 408 milyon yıl önce mineralli sıcak sular, silis açısından zengin ve içlerinde bazı ilkel kara bitkileri ve hayvanları da yaşayan havuzlar oluşturdu. Silisin aniden çökelmesi, çört içindeki organik kalıntıları mineralleştirdi ve geride o dönem yaşamının şaşırtıcı ayrıntılarıyla dolu bir resmini bıraktı.

Bu fosillerde yedi farklı kara bitkisi tanımlandı. Bunlardan beşi, güçlenmiş su iletim hücreleri olan gerçek damarlı bitkilerdi. Boyları 40 cm'yi bulan bu bitkiler günümüz yapraksız bitkisi *Psilotum*'u andırıyordu. Bütün bu bitkilerin iki üreme nesli –bir aseksüel "sporofit" ve bir de nemli koşullarda çimlenmeyi gerektiren seksüel "gametofit" aşamaları– vardı. Buradaki öteki bitkiler arasında soyu tükenmiş nematofitler, bilinen en eski liken (*Winfrenatia*), karofitler, klorofitler ve siyanofitler de vardı.

Toplulukta kabuklular, keliseratlar, dünyanın en eski akarları, euthycarcinoidler, baharkuyrukları ve myriapodlar kadar minik eklembacaklıların da yeri vardı. Bunların çoğu tıpkı hızlı hareket eden ve çenesinde zehir taşıyan *Crussolum* gibi avcı hayvanlardı. Ötekiler, çürüyen bitkilerle beslenen detrivorlardı. Bazı bitki fosillerinde bitki gövdelerini emen eklembacaklıların olduğunu gösteren birtakım yara izlerine de rastlanmıştır.

Yaygın canlılar: ilk damarlı bitkiler, küçük eklembacaklılar
Volkanik etkinlikler: yeraltı ısı kaynaklarından gelen sıcak sular
İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları
Biyota: bitkilerden ve omurgasızlardan oluşan ilkel bir bataklık topluluğu

1. *Asteroxylon*
2. *Palaeocharinus*
3. *Protacarus*
4. *Leverhulmia*
5. *Aglaophyton*
6. *Horneophyton*
7. *Lepidocarus*
8. *Rhyniella*
9. *Rhynia*
10. *Nothia*



PALAEOCHARINUS (2) 3 mm boyundaki bu örümcek benzeri trigonotarbid, dişlerini avının içine sokup sıvılaştırılmış eti emen bir etçildi.



LEPIDOCARUS (7) Rhynie'deki en yaygın eklembacaklı 4 mm boyundaki bu karides benzeri hayvandı. Çiftler halinde iki düzine ayağı ve dallanmış uzun bir anteni vardı. Geçici sıcak su havuzlarında yaşardı.



RHYNIA (9) Yalnızca 2 mm boyundaki bu gövde fosilinde ayrıntılı hücre yapısı ve bitkinin yukarı doğru büyümesini sağlayan merkezi su iletim damarları görülüyor. Dış yüzeyindeyse bitki özü emen akarların açtığı iki yara (fotoğrafın alt bölümünde) dikkat çekiyor.

ÇENELİ BALIKLARIN YÜKSELİŞİ

HUNSRÜCK SLATE, ALMANYA

407 milyon yıl önce

Erken Devoniyen Devresi'nin Pragiyen ve Emsiyen Çağı

O zamanki enlem: 10° Güney
Şimdiki enlem: 50° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: 100 m'den daha derin deniz suları
Çökeller: deniz tabanı çamurları
Durumu: fosillerin çoğu artık işletilmeyen taşocaklarında bulundu
Korunanlar: yaprak yaprak yassılaşmış fosiller, piritleşmiş birtakım yumuşak dokular, en iyi x-ışınlarıyla görülüyor



Dünya, yaklaşık 407 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Balık çenesinin durmadan gelişen evrimi denizlerdeki silahlanma yarışını da ivmelendirmişti. İlk çeneli "dikenli köpekbalıkları" (acanthodianlar) Silüriyen'in başlarında ortaya çıktı; Devoniyen'de gelişip yayıldılar ve Erken Permiyen'de de yok oldular. Erken Devoniyen balıklarına ve deniz yaşamına ilişkin daha başka birçok şey Almanya'da Rhenish Massif'teki Hunsrück Slate'te son derece iyi korunmuş halde bulunmuştur.

Deniz tabanındaki çamurun sıkışarak oluşturduğu bu sleytler, Romalılar döneminden beri çıkartılıyordu. Sleytler ikiye ayrıldığında içlerindeki eşsiz fosiller ortaya çıkar. 1960'lı yıllardan bu yana sleytlerin içinde gizli kalan fosilleri ortaya çıkartmak için x-ışınlarından da yararlanılıyor. Buradaki deniz yaşamı yumuşakçalar, süngerler, mercanlar, dallıbacaklılar ve birçok derisidikenli gibi hareketsiz hayvanlardan, hareket eden eklembacaklılara, yüzen kafadanbacaklılara ve en eski denizörümceklerinden bazılarına kadar büyük bir çeşitlilik gösteriyordu.

Balıkların asıl olarak, *Drepanaspis* gibi deniz tabanında yaşayan çenesiz balıklar ya da *Gemuendina* gibi vatoz benzeri plakodermler olması ilginçti. Bazıları 2-3 m boyunda olan dikenli köpekbalıkları, iyi yüzücülerdi; ama onlardan geriye kalan yalnızca 40 cm'lik yüzgeç dikenleri olmuştur. Buradan çıkartılanların en nadidesi fosil sarcopterygian akciğerli balığa ait en eski ve tek örnektir.

Yaygın canlılar: derisidikenliler, eklembacaklılar, çenesiz balıklar

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları

Biyota: solucanlardan balıklara kadar zengin deniz yaşamı

1. *Furcaster*
2. *Drepanaspis*
3. *Palaeosolaster*
4. *Imitatocrinus*
5. *Bundenbachochaeta*
6. *Nahecaris*
7. acanthoidan
8. *Palaeoisopus*
9. *Gemuendina*
10. *Mimetaster*



FURCASTER (1) Hunsrück'te en yaygın fosiller arasında denizyıldızları ve buradaki gibi ince kollu yılanyıldızları vardı.



PALAEOISOPUS (8) 18 cm'lik kolları ve güçlü kıskaçlarıyla bu deniz akrebi deniz tabanının en etkin avcılarından biriydi.



GEMUENDINA (9) Bir metreyi bulan boyuyla bu büyük vatoz benzeri balık, kemiksi plakalar halinde dişleri ve yassı bir bedeni olan bir plakodermdi.

DEVONİYEN'İN RESİF SAKİNLERİ

GOGO, CANNING HAVZASI, BATI AVUSTRALYA

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları

Biyota: resiflerde yaşayan çok çeşitli balık faunası (yaklaşık 44 tür)

O zamanki enlem: 15° Güney
Şimdiki enlem: 17° Güney
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: yaklaşık 100 m derinlikteki resif içi çanak
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: Batı Avustralya'nın kuzeyindeki Canning Havzası'nda iyice açığa çıkmış kireçli resifler
Korunanlar: karbonatlı yumrularda korunmuş, uzun süreli bir kimyasal hazırlık aşaması gerektiren üç boyutlu fosiller



Dünya, yaklaşık 384 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Yaklaşık 384 milyon yıl önce Batı Avustralya'nın tropikal sularında 44'ün üzerinde balık çeşidi yaşıyordu. Onların fosilleşmiş kalıntıları Canning Havzası'ndaki Gogo tabakalarında korundu. Bu ayrıntılı kayıt büyük önem taşıyan iki balık grubunun –bugün egemen olan kemikli balıklara (actinopterygianlar) ve tetrapod atalarımıza yol açan lob yüzgeçliler (sarcopterygianlar)– evrimlerinin ilk aşamasını açığa çıkardı. O dönemin en yaygın balığı zırhlı plakodermlerdi; ama çeneli balıklar çoğalırken bunların sayısı giderek azalıyordu.

Karadaki erozyon, stromatoporoid resiflerinden ve onların çevresinde yaşayan çok sayıda canlıdan oluşan bir deniz altı yaşamını yeniden canlandırdı. Yaklaşık 100 m derinde, resiflerin arasındaki deniz tabanı çamuru balıkların tümünü karbonatlı yumruların içine gömmüştü. Kimyasal ayrıştırma yöntemlerinin kullanıldığı özenli bir çalışmayla kemikler, taştan mezarlarından çıkartıldı.

Gogo plakodermlerinin arasında arthrodireler, antiarchlar, ptyctodontlar ve köpekbalığı benzeri camuropiscidler vardı. Sarcopterygianlar arasındaysa *Gogonasus* bulunuyordu. Lob yüzgeçli bu balığın başının ve kaslı göğüs yüzgeçlerinin yapısı tetrapodların yapısına doğru belirgin bir gelişmenin olduğunu gösteriyordu. İleride görüleceği gibi bu gelişme omurgalı hayvanların karada hareket edebilmeleri için bir önkoşuldu.

384 milyon yıl önce

Geç Devoniyen Devresi'nin Frasniyen Çağı

Yaygın canlılar: stromatoporoidler, su kabukluları, placoderm balıklar

1 *Bothriolepis*
2 *Gogonasus*
3 *Moythomasia*
4 *Eastmanosteus*
5 *Campbellodus*
6 *Holodipterus*
7 *Griphognathus*
8 *Onychodus*
9 stromatoporoid





GOGONASUS (2) Dört bacaklı benzeri, bu lob yüzgeçli, avcı osteolepiform 30 cm'ye kadar büyüyebiliyordu. *Osteolepis*'e benziyordu, tipik olarak bir çift burun deliği (kafatası modellemesinde) ve kaslı iki çift yüzgeci vardı.

GRIPHOGNATHUS (7) Bu Gogo yumrusunun özenle yapılan kimyasal ayrıştırmasının sonucunda garip görünüşlü, uzun burunlu, bu nedenle "ördek gagalı" olarak adlandırılan bir akciğer balığı (teknik olarak bir "rhynchodipterid dipnoan") ortaya çıktı. Boyu 60 cm'yi bulabilen bu balık deniz tabanınındaki çamuru burnuyla eşeliyor ve orada yaşayan solucanları ya da eklembacaklıları avlıyordu.

ONYCHODUS (8) 3 m'ye kadar büyüyebilen bu lob yüzgeçli avcının ve tıpkı köpekbalıklarının dişlerinde olduğu gibi avını yakalamak için dışa doğru açılan ve ağız kapandığında içeri dönen dişleri vardı.



LOB YÜZGEÇLİLERİN YÜKSELİŞİ

MIGUASHA, ESCUMINAC KÖRFEZİ, QUEBEC, KANADA

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları

Biyota: çok çeşitli deniz balıkları ve eklembacaklılar

O zamanki enlem: 28° Güney
Şimdiki enlem: 47° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: kıyılardaki çamur düzlükleri
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: Miguasha Ulusal Parkı, Dünya Mirası Sahası olarak korunmaktadır
Korunanlar: yassılaşmış ama genellikle iyi korunmuş, eksiksiz kalıntılar



Dünya, yaklaşık 380 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Miguasha'daki Devoniyen balıklarının fosilleri 1843'te çıkartıldı. Ama önemlerinin farkına varılabilmesi için yüz yıl geçmesi gerekti. Toplanan binlerce fosil arasından *Eusthenopteron* adlı lob yüzgeçli balık, Erik Jarvik onun tetrapod atalarımızla olan bağını ortaya koyunca, dünyaca ünlü oldu.

Escuminac Körfezi'ndeki tabakanın kum ve çamurları sığ bir körfeze dökülen bir ırmağın ağzında çökelmişti. Çökeltinin içinde gömülü fosiller hem karadan hem de denizden gelmişti. Bol miktarda kara bitkisi kalıntısı eklembacaklılarla karışık haldeydi. Ayrıca aralarında birkaç temel gruptan 20 kadar deniz ve tatlı su balığı türü de vardı. Bunlar bazı çenesiz balıklar ve bazıları oldukça büyük acanthodianlardı. Bir de aralarında ilk kemikli ışınyüzgeçli balıklardan biri (*Cheirolepis*) vardı. Lob yüzgeçli altı balık arasında da akciğerli balık (*Scaumenacia* gibi), ağır yapılı porolepiformlar (*Holoptychius*), bir sölekant (*Miguashaia*) ve bir de tetrapod benzeri osteolepiform olan *Eusthenopteron* vardı.

Ama o, Dünya'nın bu bölgesindeki tek "kayıp halka" değildi. *Archaeopteris* de onun bitkilerdeki karşılığıydı, 18 m boyundaki kapalı tohumlu benzeri odunsu gövdesinden çıkan eğreltiotu benzeri frontlarıyla *Archaeopteris*, ağaç boyutlarındaki ilk bitkilerdendi.

DEVONİYEN | KARBONİFER | PERMİYEN

359.2 | 299 | 251

384-374 milyon yıl önce

Geç Devoniyen Devresi'nin Frasniyen Çağı

Yaygın canlılar: balıklar ve öripteridler





EUSTHENOPTERON (4) Lob yüzgeçli bu büyük balık bir metre kadar büyüyebiliyordu. Dahili burun deliklerinin ve kemiksi kafatasının yanı sıra, tetrapodlara benzer şekilde pelvisinde ve göğsünde çiftler halinde kaslı yüzgeçleri -tetrapodların atalarının bütün temel özellikleri- vardı. Ne var ki *Eusthenopteron* ilkel balık özellikleri de taşıyordu. Osteolepiformlarla birlikte gruplandırılan bu balık, tatlı ve acı suların etkin bir avcısıydı.



1. *Cheirolepis*
2. *Endeiolepis*
3. *Escuminaspis*
4. *Eusthenopteron*
5. *Bothriolepis*
6. *Scaumenacia*
7. *Archaeopteris*

ARCHAEOPTERIS (7) 10 m'ye ulaşan açıktohumlu bitkilerin varlığı 1960'lı yıllarda keşfedilene kadar bu frontların bir tür eğrelliotuna ait olduğu düşünülüyordu.

KOLLARI OLAN BİR BALIK

ELLESMERE ADASI, KANADA ARKTİĞİ

İklim: ekvatoryal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları ve mevsimlik yağışlar
Biyota: ırmak bitkileri ve hayvanları

O zamanki enlem: 5° Kuzey
Şimdiki enlem: 77° Kuzey
Deniz düzeyi: çok yüksek (+250 m)
Orijinal ortam: bataklık ırmak yatakları ve taşkın ovaları
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: Ellesmere Adası'nda uzak ve koşulları çetin bir saha
Korunanlar: orijinal kemikler ve kısmen kaslı iskelet parçaları



Dünya, yaklaşık 380 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Takma adı "balıkayak" olan *Tiktaalik*'in fosil kalıntıları Kanada Arktiği'nin donmuş topraklarında 2006'da ortaya çıkartıldı. Bu fosil, lob yüzgeçli balıklarla (*Eusthenopteron* gibi sarcopterygianlar) ilk dört uzuvlu omurgalıların (*Acanthostega* gibi tetrapodlar) evrimini birbirine bağlayan nitelikleri bir arada barındırıyordu. Her ne kadar bu iki grup arasındaki kapsamlı evrimsel bağlantılar iyi bilinse de uzuvlar, bilekler, alt çene ve kulaklar gibi temel tetrapod özelliklerinin ara aşamalarını taşıyan fosiller bulunamamıştı.

Tiktaalik'in kafatasının, boynunun, "omuzlar"ının (pektoral bölge) ve "kollar"ının birbirine bağlı olarak bulunması önemliydi. Ayrıca "dirsek" ve "bilek" eklemleri de vardı.

Ayrıntılı bir çalışma *Tiktaalik*'in kaslı ön yüzgeçleriyle başını ve bedenini kaldırmasını sağlayan birtakım yeni mekanizmaları olduğunu gösterdi. Pusu kurarak avlanan bu avcı, ırmak yatağında yatarak bekliyor ve tehlikenin farkında olmadan yaklaşan avının üzerine atlıyordu. Bu ağır hayvan "kollar"ı sayesinde bir su birikintisinden bir başkasına sürünerek geçebiliyordu. Bitkilerle kaplanmış ırmak yatakları için bu önemli bir uyarlanmaydı. *Tiktaalik*'in solunum sistemi de balıklarla tetrapodlar arasında bir yerdeydi –hem solungaçları vardı hem de hava soluyabiliyordu.

DEVONIYEN | KARBONIFER | PERMIYEN

359.2 | 299 | 251

380 milyon yıl önce
Geç Devoniyen Devresi'nin Frasniyen Çağı

Yaygın canlılar: *Tiktaalik, Asterolepis*

1 *Tiktaalik*
2 *Laccognathus*
3 *Asterolepis*

TIKTAALIK (1) 20 cm uzunluğunda, yassılaşmış, kemikli bir kafatası, öne doğru uzamış bir burun ve sırta yakın konumlanmış gözleriyle lob yüzgeçli bu büyük balığın başı, bir timsahın başını andırıyordu. Üst üste gelen kaburgaları dayanıklıydı -ilk tetrapodlara giden bir başka evrimsel bağlantı.





TIKTAALIK UZVU (1) *Tiktaalik*'in çift çift konumlanmış güçlü, kaslı yüzgeçleri -özellikle de başa ve omuzlara destek olan ve bedeni kaldırabilen göğüs yüzgeçleri- vardı. Boynun çevresinde başın hareketlerini sınırlayıcı, kemikten plakaların olmayışı da onu daha hareketli bir hayvan yapıyordu.

DEVONİYEN DERİNLİKLERİNİN DEVİ

ROCKY IRMAĞI VADİSİ, OHIO, ABD

İklim: ekvatoryal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları ve mevsimlik yağışlar
Biyota: deniz balıkları

O zamanki enlem: ~40° Güney
Şimdiki enlem: 42° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: açık denizler
Çökeller: oksijeni az deniz tabanı çamurları
Durumu: New York ve Ohio eyaletlerinde bir dizi sahada Cleveland Shale ortaya çıkmıştır
Korunanlar: karbonat içeren mineralleşmiş kemik plakalar


Dünya, yaklaşık 370 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Dunkleosteus, Paleozoyik'in başlarında yaşamış en sıra dışı hayvanlardan biriydi. Dönemin okyanuslarındaki en büyük avcı olan bu zırhlı plakoderm balığın boyu 8 m'yi buluyordu. Yalnızca başı değil, omuz bölgesi de 5 cm kalınlıkta kemik plakalarla korunuyordu. Bunlara bağlanan kemikten benzersiz bir menteşe, ağzın açılmasını sağlıyordu.

İlkel çene kemiğinde diş yerine keskin kenarlı, kemik plakalar vardı. Yapılan hesaplara göre güçlü çene kasları sayesinde ağzını saniyenin ellide birinde açabiliyordu. Ağzını açmasıyla birlikte bedenine aniden su alması, hiçbir şeyden habersiz avını, çenesini hızla kapatıp ondan "kemik kıran" bir ısırık almadan önce, zaten ağzının içine sürüklüyordu.

Dunkleosteus'un ne omurgasının ne de kuyruğunun fosilleri bulunabilmiştir. Bu da iskeletinin kıkırdaktan olduğunu gösteriyor. Buna karşın bu dev balığın 3,6 ton ağırlığında olduğu düşünülüyor. Zırhının ağırlığı yüzünden belki yavaş ama etkili bir yüzücüydü. *Dunkleosteus* muhtemelen pusu kurarak avlanan bir avcıydı. Büyük olasılıkla öteki *Dunkleosteus*lar da dahil olmak üzere bulabildiği her şeye saldırıyordu.

370 milyon yıl önce

Geç Devoniyen Devresi'nin Famenniyen Çağı

Yaygın canlılar: *Cladoselache* gibi köpekbalıkları

1 *Cladoselache*
2 *Dunkleosteus*
3 *Ctenacanthus*



DUNKLEOSTEUS (2) Dikkat çekici büyüklükteki arthrodiran plakoderm. Asıl olarak başındaki ve boynundaki kemikten zırh ve yine kemikten garip diş plakalarından biliniyor. *Dunkleosteus*'un kafası boynuna menteşeliydi. Böylece ağzını çok büyük avları bile yakalayacak denli büyük açabiliyordu. Bu dev balığın hakkında, 8 m'ye kadar büyüyebildiğinden başka bilinen pek bir şey yoktur.

DUNKLEOSTEUS'UN AĞZI (2) Hesaplara göre ısırdığında uyguladığı 107 megapaskallık basınçla *Dunkleosteus*'un çenesi, gelmiş geçmiş en güçlü ısırma gücüne sahipti. Günümüzdeki herhangi bir köpekbalığınınkinden çok daha güçlü olan bu ısırık, daha çok "Tyrannosaur Ligi"ne uygundu.



CTENACANTHUS (3) "Tarak dikeni" anlamına gelen *Ctenacanthus* köpekbalıklarının yüzgeçlerinde onlara tarak görünümü veren dikenler vardı. Her ne kadar dişleri daha seyrek de olsa, çeneleri günümüz köpekbalıkları kadar güçlüydü.



TETRAPODLAR KARAYA AYAK BASIYOR

KEYSER FRANZ JOSEPH FİYORDU, GRÖNLAND

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları ve mevsimlik yağışla

Biyota: tatlı su ve ikiyaşayışlılara özgü

O zamanki enlem: 10° Güney
Şimdiki enlem: 73° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)
Orijinal ortam: ırmak yatakları
Çökeller: kum ve çamur
Durumu: Doğu Grönland'ın uzak ve koşulları çetin dağ yamaçlarındaki sahalar
Korunanlar: sert tortul kayalarda kısmen eklemli iskelet parçaları



Dünya, yaklaşık 366 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Tetrapod fosilleri ilk kez 1890'lı yılların sonunda Doğu Grönland dağlarının yamaçlarında bulundu. Ancak tam olarak anlaşılmaları ve duyurulmaları 50 yıldan çok zaman aldı. Bir metre boyundaki semender benzeri *Ichthyostega*, ikiyaşayışlı özellikleri taşıyan beş parmaklı bir tetrapod olarak ve balık kuyruğuna benzeyen kuyruğunu arkasında sürükleyerek sudan karaya çıkarken resmedilmiştir. Daha sonra bulunan yeni fosiller –daha ilkel bir cins olan *Acanthostega*'nınkiler de dahil– bu resmin büyük ölçüde gözden geçirilip düzeltilmesini sağladı. Bu fosiller sayesinde tetrapod uzuvlarının ilk önce suda hayatta kalmaya yönelik bir uyarlanma olarak ortaya çıktığı, kara yaşamına daha sonra uyarlandığı iyice açıklık kazandı. Solungaçları duran *Acanthostega*'nın geriye dönük arka bacakları, onun asıl olarak sucul bir hayvan olduğunu gösteriyordu. Halbuki *Ichthyostega*'nın uzuvları ve fıçı şeklindeki göğüs kafesi, bedenini suyun dışında da taşımasına (her ne kadar yüzerken kullandığı yassı kuyruğu duruyor olsa da) yardımcı oluyordu. Yaşayan tetrapodların beş parmaklı temel yapısının yerine, her ikisinin de ayaklarında daha çok parmak vardı. İki hayvan da geniş, hızlı akan ırmaklarda ve tropikal kıta Laurentia'nın (Kuzey Amerika, Grönland ve Avrupa'nın kuzeybatısı) göllerinde, omurgasızları ve yakalayabildikleri genç balıkları avlıyorlardı.

366 milyon yıl önce

Geç Devoniyen Devresi'nin Farneniniyen Çağı

Yaygın canlılar: omurgasızlar, balıklar, tetrapodlar



ICHTHYOSTEGA UZVU (2) Paleontologlar arka bacaklara yönelik ayrıntılı çalışmaların sonunda dört iyi gelişmiş ayak parmağının yanında üç tane daha parmak olduğunu ve bir de küçük bir kıkırdak çıkıntı bulunduğunu görünce şaşırmışlardı. Böylece modern tetrapodların beş parmaklı yapısının daha ileriki bir gelişme olduğu anlaşıldı.

ICHTHYOSTEGA (2) Her ne kadar yatay olarak yassılaşmış da olsa, bu kafatası fosilinde gözlerin konumunun başın üstünde "pusu kurarak avlanan bir dip hayvanının gerek duyacağı görüş alanını sağlayan bir yapıda" olduğu görülüyor.





1. *Drepanophycus*
2. *Ichthyostega*
3. *Groenlandaspis*
4. *Acanthostega*
5. *Serracaulis*

ACANTHOSTEGA (4) Sert, kireçli Grönland kumtaşı yüzünden *Acanthostega*'nın 60 cm'lik iskeletini hazırlamak çok uzun sürdü. Kemikler, kendilerini kuşatan kayadan daha yumuşak olduklarından onları kırmamak için büyük bir özen gösterildi.

KARADA YAŞAM

DOĞU KIRKTON, İSKOÇYA

İklim: sıcak ve oldukça kuru

Biyota: tatlı su ve karasal

O zamanki enlem: 10° Kuzey
Şimdiki enlem: 56° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+300 m)
Orijinal ortam: çevresi ormanlık ve sıcak su pınarları olan göl suları
Çökeller: kireçtaşı, şeyl ve volkanik kül
Durumu: yasal koruma altında
Korunanlar: bazı yumuşak dokuları korunmuş, genellikle yassılaşmış fosiller



Dünya, yaklaşık 328 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Karada yaşayan omurgalıların bilinen en eski topluluklarından birini gözler önüne seren fosiller İskoçya'daki Bathgate yakınlarında Doğu Kirkton'daki Erken Karbonifer tabakalarında bulundu. Fosiller, bir tatlı su gölünün içindeki ve çevresindeki yaşamın kaydını tutmuşlardı.

Evrim açısından en çok merak uyandıranlar, tetrapodlardı –genellikle de *Westlothiana* ve *Balanerpeton* gibi küçük kertenkele boyutlarında olan hayvanlardı. Ancak bir metre boyundaki ikiyaşayışlı *Ophiderpeton* da ilgi çekmişti. Gereksinimlerinin çoğunu karşılayan karaların artık onların evi olduğu belliydi –hava soluyorlardı, hatta *Westlothiana*'nın onu kurumaktan ve sert yüzeylerin vereceği hasarlardan koruyan pulları vardı. Bacakları yanlardan dışa doğru çıkıktı; böylece olasılıkla küçük eklembacaklılar ve solucanlardan oluşan yiyeceklerini ararken tıpkı modern kertenkelelere benzer bir şekilde ilerliyorlardı.

Westlothiana ilk resmedildiğinde yumurtlayan en eski sürüngen (amniyotik yumurtalı) olduğu düşünülmüştü. Ama artık sürüngen benzeri daha ilkel bir tetrapod olduğu ve üreme için suya gereksinim duyduğu biliniyor –tıpkı Doğu Kirkton'daki kabuksuz, savunmasız yumurtalarını suya bırakan, onları suda dölleyen ve gelişimlerinin suda tamamlanmasını sağlayan öteki ikiyaşayışlılar gibi. Sıcak su pınarları ve göller, üreme döneminde tetrapod yumurtalarıyla ziyafet çeken *Acanthodes* gibi balıklarla kaynıyordu.

328 milyon yıl önce
Mississippiyen Devresi'nin Viseyen Çağı

Yaygın canlılar: balıklar, tetrapodlar (özellikle *Balanerpeton*)

1. *Sphenopteridium*
2. *Westlothiana*
3. *Ophiderpeton*
4. *Archaeocalamites*
5. opilionid
6. *Eldeceeon*
7. *Balanerpeton*
8. *Acanthodes*
9. *Pulmonoscorpius*
10. kırkayaklar



WESTLOTHIANA (2) Bu küçük tetrapodun (boyu 20 cm kadar olabiliyordu) kertenkeleye benzeyen bir görünümü vardı. Ama kafatası hem sürüngen özellikleri hem de daha ilkel özellikler taşıyordu. Büyük olasılıkla korumasız (kabuksuz) yumurtalarını suya bırakan *Westlohiana* reptiliomorph olarak sınıflandırılıyordu.



HASATÇI (5) Yaklaşık 1 cm boyundaki bu minik eklembacaklı oval bedeni ve uzun bacaklarıyla otbiçenlerin (opilinoidler) -günümüz araknidlerinin bir grubu- bilinen ilk örneğidir. Doğu Kirkton'da bulunan türe daha ad verilmemiştir.



BALANERPETON (7) *Balanerpeton*, 50 cm'lik boyuyla ilk temnospodil tetrapodlardan biriydi. Günümüz semenderleri gibi yediklerini yutarken kolaylık olsun diye gözlerini ağzının içine çekebilirdi. Gözkapakları ve havadaki titreşimleri duyan timpanik kulakları, bunun karada yaşayan bir hayvan olduğunu gösteriyor.



PULMONOSCORPIUS (9) "Doğu Kirkton"dan çıkartılan bu büyük (80 cm boyunda) akrebin fosilleri dikkat çekici şekilde iyi korunmuştu. Soluk alma organı gibi ayrıntılar iyi durumdaydı. Bu organ da eklembacaklı avcının hava soluduğunu ve karada yaşadığını gösteriyordu.

KARBONİFER BALIKLARININ ÇEŞİTLİLİĞİ

BEAR GULCH, MONTANA, ABD

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları
Biyota: karalarda ve sularda zengin çeşitlilik

O zamanki enlem: 12° Kuzey
Şimdiki enlem: 47° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: lagün ya da ırmak ağzı
Çökeller: karbonatlı çamur ve alüvyon
Durumu: onlarca yıldır üzerinde çalışılan Potter Dome'da dağınık halde yüzeylenmiş katmanlardaki fosiller
Korunanlar: karbonat fosil kalıpları ve fosfat içinde korunmuş yumuşak dokular



Dünya, yaklaşık 320 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Bear Gulch'ın Karbonifer tabakalarında 108'den çok balık türü (toplam 4800 örnek) bulundu. Burası dünyadaki en büyük fosil balık faunalarından biridir. Köpekbalığı ve vatoz gibi kıkırdaklı hayvanların kalıntıları normalde fosilleşmez; burası, kıkırdaklı beş balık türünün korunmuş olmasından dolayı özellikle önemlidir. Fosillerden bazılarında cinsiyet farklarını gösteren özellikler bile korunmuştur. Ayrıca yuvarlak solucan ve polychaete gibi yumuşak bedenli bazı hayvanların fosilleri de korunabilmiştir.

Bu saha Karbonifer'de ekvatorda kalan bir denizdi. 40 m'den daha derin olmayan sığ kıyılarda çamurlu, oksijen düzeyi düşük çökeller birikmişti. Buraya düşen ölü hayvan bedenleri hızla gömülüyor ve böylece korunabiliyordu.

Bear Gulch'ta besin zincirinin en altında salyangozların ve başka omurgasızların yediği kelp benzeri alglerin ve siyanobakterilerin olduğu düşünülüyor. Acı sularda da yaşayabilen dikenli köpekbalıkları, konodontlarla ve bitkilerin arasında bulunan karides ve ostracod gibi küçük kabuklularla besleniyorlardı. Ostracodlar aynı zamanda fırsatçı bazı başka avcıları ve leşçilleri de -özellikle bazen büyük balıkları bile avlayabilen kafadanbacaklıları da- kendine çekiyordu.

Yaygın canlılar: küçük kafadanbacaklılar, karidesler, balıklar (özellikle küçük sölekant *Caridosuctor*), solucanlar

320 milyon yıl önce
Mississippiyen Devresi'nin Serpikoviyen Çağı

1. *Allenypterus*
2. *Caridosuctor*
3. *Belantsea*
4. *Falcatus*
5. *Echinochimaera*
6. *Stethacanthus*
7. *Paratarrasius*
8. *Crangopsis*
9. *Harpagofututor*



ALLENYPTERUS (1) Sölekantlar lob yüzgeçli balıkların temel bir grubuydu. Bazı erken türleri günümüz türlerini andırıyordu. 15 cm'lik *Allenypterus*'un da modern resif balıklarına benzeyen bir yapısı vardı.





CARIDOSUCTOR (2) Bu sölekantın adının anlamı –olası beslenme tarzına gönderme yapan– "karides yiyen"dir. *Caridosuctor*, 25 cm'lik ince bedeni ve geniş göğüs bölgesiyle günümüz sölekantlarına çok benziyordu.



FALCATUS (4) ve STETHACANTHUS (6) Bazı Bear Gulch köpekbalıklarının sırtında uzun çubuk ya da fırçaya benzeyen sıra dışı uyarlanmalar gelişmişti. Bunları olasılıkla çiftleşmede kullanıyorlardı.

KÖMÜRLÜ TABAKALARDA YAŞAM

MAZON DERESİ, ILLINOIS, ABD

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcaklıkları
Biyota: karalarda ve sularda zengin çeşitlilik

O zamanki enlem: 8° Kuzey
Şimdiki enlem: 25° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: ırmak ağzı bataklıkları
Çökeller: çamur
Durumu: maden yığınları
Korunanlar: demirtaşı yumrularının içinde, korunmuş bazı yumuşak dokularla birlikte


Dünya, yaklaşık 314 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Illinois'nin kuzeydoğusundaki kömür madenlerinden çıkartılan kayalar, bilinen en etkileyici fosil biyotalarından birinin kaynağıdır ve ırmak ağızlarındaki "Kömür Katmanı" bataklıklarındaki yaşama kısaca bir göz atmaya olanak tanır. Son otuz yılda amatör ve profesyonel fosil avcıları şaşırtıcı bir bitki ve hayvan çeşitliliğini –300 türün üzerinde– ortaya çıkartmışlardır.

Bataklık ormanlarında boyları 40 m'yi bulan kibritotları, tohumlu eğreltiotları ve 10 m'lik atkuyrukları gibi dev bitkiler yetişiyordu. Bunların arasında da akrep ve ikiyaşayışlıların avladığı hamamböcekleri, kırkayaklar ve dev yusufçuklar gibi eklembacaklılar dolaşıyordu.

Periyodik taşkınların sularına kapılan bitki ve hayvanlar ırmak boyunca sürüklenirdi. Onların kalıntıları, denizanası, deniztarağı, çeşitli balıklar (30 tür) ve *Tullimonstrum* gibi hiçbir akrabası bilinmeyen deniz hayvanlarının ve de ırmak ağzındaki acı sularda yaşayan hayvanların kalıntılarıyla birlikte dipte birikirdi.

Genellikle bu fosiller ırmak ağzındaki çamurdan oluşan killi demirtaşı yumrularının içinden çıkmıştır. Bazı yumuşak dokuların korunmuş olduğu da görülmüştür. Ne var ki yumrular 1 m'den küçük olduğu için bundan daha büyük hayvanlar bir bütün olarak korunamamıştır.

314 milyon yıl önce
Pensilvaniyen Devresi'nin Başkiriyen Çağı

Yaygın canlılar: tohumlu eğreltiotları, balıklar, eklembacaklılar

1. *Belotelson*
2. *Tullimonstrum*
3. *Aviculopecten*
4. myxinoid
5. *Essexella*
6. *Calamites*
7. *Geralinura*
8. *Sphenophyllum*
9. *Latzelia*
10. *Eucenus*
11. blattodean
12. *Gerarus*
13. *Xyloiulus*
14. *Neuropteris*



TULLIMONSTRUM (2) İyi bir yüzücü olduğu düşünülen bu garip omurgasızın bilinen hiçbir hayvanla bağı yoktur. Ona "Tully Canavarı" adını da onu bulan amatör fosil avcısı vermiştir.



TUHAF OMURGASIZ (2) Tully Canavarı'nın 19 cm'lik segmentli bir bedeni ve ucunda pençeleri olan çok garip bir hortumu vardı. Belki de heteropodid denen kabuksuz karındanbacaklılarla bir akrabalığı olabilir.



SPHENOPYLLUM (8) Bu Karbonifer atkuyruğunun asmaya benzeyen bir büyüme tarzı vardı. Damarlı gövdesinden büyük yumru şeklinde dallar çıkardı. Bunlarda da halka dizilişli, kama şeklinde altı yaprak olurdu.

SÜRÜNGENLERİN ORTAYA ÇIKIŞI

JOGGINS, NOVA SCOTIA, KANADA

İklim: nemli tropikal yağmur ormanı
Biyota: 96 cinsten 148 tür bitki ve hayvan

O zamanki enlem: 12° Kuzey
Şimdiki enlem: 46° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+250 m)
Orijinal ortam: bir iç denizin yanındaki yağmur ormanı bataklığı
Çökeller: değişen kömür damarları, kireçtaşları, kumtaşları ve şeyller
Durumu: 2008'de Dünya Mirası Sahası kabul edildi
Korunanlar: ağaç kütüklerinin içinde korunmuş olanlar dışında genellikle kayaların içinde yassılaşmış halde fosiller


Dünya, yaklaşık 314 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Dünyanın en eski sürüngenlerinden bazıları Nova Scotia'da Joggins'teki Karbonifer sonu kömür damarlarında gömülü olan çürümüş ve yanmış ağaç kütüklerinde bulunmuştur. Buradan çıkartılan 6 m'yi bulan ağaç fosilleri ilk olarak 1820'li yıllarda tanımlanmıştır. Ancak sahanın ünlenmesine neden olan kertenkele benzeri küçük tetrapod keşfini, William Dawson ile Charles Lyell 1852'de yapmıştır. 1871'de Lyell dünyanın yüzeylenen en iyi Pensilvaniyen tabakalarının Joggins'te bulunduğunu açıklamıştır. Burası günümüzde bir Dünya Mirası Sahası'dır.

Yaklaşık 313 milyon yıl önce Joggins ekvatora yakın bir konumdaydı. Bir iç denizi kuşatan kötü drenajlı bataklıklarda yağmur ormanı bitki örtüsü egemenken drenajı iyi ırmak ovalarını iğne yapraklı kuru çalılar kaplamıştı. Bataklık bitkilerinin büyümesi yükselen deniz düzeyiyle ve karaların su altında kalmasıyla birlikte hızlanıyordu. Bu çevresel koşullar bir milyon yıl içinde 14 kez yinelendi ve sonucunda da 45 kömür damarı içeren 900 m'lik bir tortulaşmaya neden oldu.

Kara hayvanları –tümü 1 m'den küçük 12 tetrapod, irili ufaklı eklembacaklılar ve özellikle su birikintilerinin çevresinde yaşayan ilk kara salyangozları– değişik bitki habitatlarında evrim geçiriyorlardı. Burada toplam 148 tür ortaya çıkartılmıştır.

314-313 milyon yıl önce
Pensilvaniyen Devresi'nin Başkiriyen Çağı

Yaygın canlılar: bitkiler, balıklar, tetrapodlar

1. *Baphetes*
2. akrep
3. *Arthropleura*
4. *Cordaites*
5. *Neuropteris*
6. *Protodiscus*
7. *Xyloiulus*
8. *Hylonomus*
9. *Sigillaria*



ARTHROPLEURA İZİ (3) Joggins'in kırkayağa benzeyen bu dev eklembacaklısı yürürken ardında açıklığı 20 cm'ye ulaşan izler bırakıyordu.



ARTHROPLEURA (3) Karbonifer kara topluluklarının en yaygın ve en başarılı otçul hayvanı arthropleuridlerdi. Segmentli bir bedenleri ve 30 çifti bulan bacakları vardı; aralarından 2 m'lik *Arthropleura* gibi dev örneklerin de çıkacağı şekilde evrim geçirmişlerdi. Bu fosilde hayvanın eklemli birçok bacağından biri görülüyor.



HYLONOMUS (8) Captorhinomorphlar denen bir grubun üyesi sayılan 20 cm'lik *Hylonomus*'u, küçük, ince yapılı ve çevik bir ilkel sürüngen yapan bazı kafatası özellikleri vardı.

KARBONİFER'DE ORMAN YANGINLARI

JOGGINS, NOVA SCOTIA, KANADA (DEVAMI)

İklim: nemli tropikal yağmur ormanı
Biyota: 96 cinsten 148 tür bitki ve hayvan

Joggins'teki hayvanların hiçbiri 1 m'den büyük değildi. Ancak buluntular arasında *Hylonomus* ve *Paleothyris* gibi giderek sudan bağımsızlaşan kertenkele benzeri hayvan örnekleri de vardı. Yaklaşık 20 cm boyunda, ince bedenli, böcekle beslenen bu hayvanlar captorhinomorphlar denen bir grubun bir bölümündendiler. Bunlar bilinen ilk gerçek sürüngenler olarak kabul edilir. Joggins'teki buluntular, karaların istilasına yönelik temel adımlardan birinin daha atılmış olduğunu göstermesinin yanında *Baphetes* gibi öteki tetrapodlar suya hâlâ büyük oranda bağımlıydılar ve balıkla besleniyorlardı.

Daha iyi drenajlı ırmak kıyılarında ve ovalarında yetişen iğne yapraklı kuru çalılar sık sık yangınlarla kavruluyordu. Bugüne kadar bu sahada yanmış, içi oyuk, 24 ağaç kütüğü (genellikle *Sigillaria* cinsinden) bulunmuştur. Ayrıntılı incelemelerin sonucunda salyangoz kabuklarının, odun kömürlerinin, araknidlerin ve kırkayakların yanı sıra, 200 dolayında eklembacaklının kalıntıları ortaya çıkartılmıştır. Hayvanların kütüklerdeki bu oyuklara yangından kaçmak için mi girdikleri, yoksa zaten oralarda mı yaşadıkları anlaşılamamıştır.

Buradaki eklembacaklı faunası hem çok zengin hem de çok etkileyicidir. Akrepler ve *Hastimima* gibi dev öripteridler turba bataklığında devriye geziyorlardı. Dev arthropleuridler çürüyen ağaç gövdeleriyle besleniyordu. Bunların yanında Avrupa'nın ekvatoryal kömürü tabakalarında yusufçuk benzeri dev megasecopteranlar, *Graeophonus* gibi küçük araknidler ve bir de amblypigid araknid (kamçılı örümcek) vardı.



314-313 milyon yıl önce
Pensilvaniyen Devresi'nin Başkiriyen Çağı

Yaygın canlılar: bitkiler, balıklar, tetrapodlar





1 *Hylerpeton*
2 *Coryphomartus*
3 *Amynilyspes*
4 *Sphenophyllum*
5 *Dendrerpeton*
6 *Sigillaria*
7 megasecopteran
8 *Graeophonus*

HYLERPETON (1) Bu mikrozor, Karbonifer'in ve Permiyen başlarının kertenkele benzeri, genellikle karada yaşayan lepospondyl tetrapodların oluşturduğu küçük bir grubundandı.

DENDRERPETON (5) Hylerpeton'a olan yüzeysel benzerliğine karşın, bu 40 cm'lik hayvan Kretase'ye kadar hayatta kalabilecek bir soy hattının temnospondyl bölümündendi.

JOGGINS FOSİL FALEZİ Hafifçe yan yatmış Karbonifer tabakaları Fundy Körfezi'nin falezlerinde ortaya çıkmış durumda. Bu tabakalar barındırdıkları fosiller nedeniyle 19. yüzyılın başından beri çok ünlüdür. Bu fosillerin en ünlüsü de kömür bataklığındaki ağaçların tıpkı yaşarken oldukları gibi ayakta duran tortul kalıplarıdır.

SIGILLARIA (6) *Sigillaria* ve *Lepidodendron* gibi ağaç boyutundaki (gövdeleri 9 m'yi buluyordu) dev kibritotları, kömür tabakası bataklıklarının hakimiydi.

TETRAPODLAR ÇEŞİTLENİYOR

NYRANY, ÇEK CUMHURİYETİ

İklim: nemli tropikal yağmur ormanı
Biyota: tatlı sularda ve karalarda bataklık ekosistemleri

O zamanki enlem: 3° Güney
Şimdiki enlem: 49° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)
Orijinal ortam: bataklıkla çevrili göl
Çökeller: göl çamuru ve kömürü
Durumu: artık ulaşılamayan işlenmiş kömür madeni
Korunanlar: bazıları korunmuş yumuşak dokularla, şeyl içinde yassılaşmış fosiller



Dünya, yaklaşık 310 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Çek Cumhuriyeti'ndeki küçük maden kasabası Nyrany'nin çevresindeki Karbonifer sonu kömür yataklarında 19. yüzyılın sonlarında 700'ün üzerinde tetrapod fosili bulundu. Bunlar, sekiz kilometre çaplı tropikal bir "bataklık" gölünden, çok iyi korunmuş binlerce bitki ve dev böcek fosiliyle birlikte çıkartılmışlardı. Fosiller arasında dönemin en temel tetrapod gruplarından çoğunun temsilcilerinin de bulunduğu önemli 20 tetrapod türü de vardı.

Göl kıyılarının çevresindeki karalarda yaşayanlar arasındaysa ilkel anthracosaurlar, temnospondyller, mikrozorlar, yılan benzeri bir aistopod ve üç ilkel amniyot da vardı.

Amniyotlardan *Archaeothyris* ilk memeli benzeri sürüngenlerdendi (sinapsid) ve onun Triyas'ta yaşayacak alt soylarından ilk memeliler evrimleşecekti. Nyrany'deki bataklığın ve sığ suların sakinleri arasında da nectrideanlar, bir branchiosaur ve bir mikrozor bulunuyordu ve hepsi de balıklarla ve küçük eklembacaklılarla beslenen, kısmen suda yaşayan avcı hayvanlardı. Branchiosaurlar özellikle ilginçti: İribaş görünümlü birkaç yetişkin bireyde dış solungaçların ve kuyruk yüzgeçlerinin hâlâ korunduğu görülüyordu. Bunların yanında ender rastlanan ve açık sularda avlanan baphetidler ve bir eogyrinid anthracosaur gibi avcılar da vardı.

DEVONIYEN | KARBONİFER | PERMİYEN

359.2 | 299 | 251

310 milyon yıl önce

Pensilvaniyen Devresi'nin Moskoviyen Çağı

Yaygın canlılar: balıklar, tetrapodlar

1. palaeoodictyopteridan
2. *Gephyrostegus*
3. *Archaeothyris*
4. *Sauropleura*
5. *Aornerpeton*
6. *Namurotypus*
7. *Microbrachis*
8. branchiosaur
9. *Stigmaria*
10. blattodean
11. amblypygid



ARCHAEOTHYRIS (3) Çene kemiğiyle dişlerin görüldüğü bu fosil, karada yaşayan kertenkele benzeri *Archaeothyris*'e aitti. Boyu 50 cm'yi bulan bu hayvan bilinen ilk sinapsidlerdendi (memeli benzeri sürüngen)





MICROBRACHIS (7) Dört parmaklı bu küçük tetrapodun boyu 30 cm'yi buluyordu. İndirgenmiş uzuvları, 40'tan çok omuruyla uzamış omurgası ve balık benzeri kuyruğuyla ikinci dereceden bir suculdu (başka bir deyişle karada yaşamış atalarının tersine suya dönmüştü). *Microbrachis* göllerde yüzen küçük canlılarla –tıpkı Nyrany'de bulunanlar gibi– beslenirdi.



BRANCHIOSAUR (8) Ayırt edici özellikleri olan korunmuş, iribaş benzeri "pedomorfik" yapılarıyla bu tetrapodlar, belki de modern ikiyaşayışlıların atalarıydılar.

GEÇ KARBONİFER'DE BİR BUZUL ÇAĞI

KAROO ÇANAĞI, GÜNEY AFRİKA

İklim: buzul çağında soğuk ve sıcak dönemler

Biyota: buzul çökellerinde bilinen hiçbir biyota yok

O zamanki enlem: 65° Güney

Şimdiki enlem: 31° Güney

Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)

Orijinal ortam: karada ve kıyılarda buzullar

Çökeller: düşmuş kayaların bulunduğu Dwyka tilitleri

Durumu: Afrika'nın güneyinde görülen çok sayıda buzul izi

Korunanlar: dünyada en iyi korunmuş buzul fosilleri



Dünya, yaklaşık 300 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Yaklaşık 320 milyon yıl önce Karbonifer'in ortalarında görülen sıcaklıklar giderek düştü; dağlarda buzullar, kutup bölgelerinde de buz örtüleri oluşmaya başladı. Bu dönemde Güney Amerika, Afrika, Antarktika ve Avustralya bir arada, yüksek güney enlemlerinde yer alıyorlardı. Her kıtanın orta bölgelerinde oluşan buz tabakaları 70 milyon kilometrekarelik tek bir buz örtüsüne dönüştü. Genişleyen buzun merkezi Afrika'nın güneyinden Antarktika'ya kadar uzanıyordu.

Dünya tarihindeki en etkili buzullaşmalardan biri olan bu buzullaşmayı gösteren en iyi kanıtlardan biri Güney Afrika'da bulunmuştur. Bir içdeniz olan Karoo Denizi, buz örtüsünü Cargonian Highlands'in güneyinden ve Cape Mountain'ın da kuzeyinden ikiye ayırıyordu. Kıyılardaki buzullar geri çekildiğinde arkalarında oluklu buzul kaldırımları bıraktı. Mevsimlik erimeler sırasında kopan buzdağlarıyla da büyük miktarlarda buzul döküntüsü (1 km'ye varan kalınlıkta tabakalar) denize boşaldı.

Erken Permiyen'in sonlarındaki iklim değişimi ve ona eşlik eden deniz seviyelerindeki yükselme, buz örtüsünün kırılıp, çökmesine yol açtı. Geç Permiyen'e kadar Antarktika'nın ve Güney Afrika'nın yaylalarında küçük buz takkeleri kaldı.

299 milyon yıl önce
Geç Karbonifer ile Permiyen arası

Yaygın canlılar: buzul çökeltileri makrofosil barındırmaz ama bazı bitki sporları içerebilir

- ❶ ophiacodontid sinapsid
- ❷ gömülü sapkın kaya
- ❸ buzul kaldırımı

OPHIACODONTID (1) Bu sinapsid grubu Orta Karbonifer'de ortaya çıktı. Buzul çağında hayatta kalmayı başardılar. Permiyen başlarında da havalar ısınıp buzullar çekildikçe çeşitlendiler ve karalara egemen oldular. Tıpkı New Mexico'da çıkartılan ve Geç Karbonifer ile Erken Permiyen'de yaşayan 2 m boyundaki *Ophiacodon* gibi Nyrany'den çıkartılan *Archaeothyris* de bu gruptandı.





DÜŞMÜŞ KAYA (2) Düşmüş kayalar, karaların ötesine taşan büyük buzullaşmanın en güzel kanıtlarındandır. Deniz yüzeyinde ağır ağır ilerleyen buzulların taşıdığı bu büyük kayalar, ince taneli deniz dibi tortullarının arasında bulunmuştur.

BUZUL KALDIRIMI (3) Güney Afrika'nın Karoo bölgesinde bulunan ve Permo-Karbonifer'deki buzul çağından kalan 290 milyon yaşındaki, yüzeyleri oluklu kayalar çok iyi korunmuştur.



KARALARA EGEMEN OLMA MÜCADELESİ

TEXAS REDBEDS, ABD

İklim: ekvatoryal, mevsimlik muson yağmurları

Biyota: karasal ve tatlı sularda sucul

O zamanki enlem: 0°

Şimdiki enlem: 35° Kuzey

Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)

Orijinal ortam: delta ırmağı ve küçük göller

Çökeller: kırmızı ve gri çamur ve kum

Durumu: ABD'nin güneyinde çok sayıda saha

Korunanlar: bazıları çok etkileyici eksiksiz iskeletler



Dünya, yaklaşık 295 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Karbonifer'in sonundaki buzullaşma, havaların ısınmaya başlamasıyla birlikte geriledi. Permiyen'in başlarında ekvator bölgesindeki deltalarda, küçük göllerde ve ırmak kenarlarında yeni bir egemenlik mücadelesi başladı. Tetrapodlar, bir kutuptan ötekine uzanan süper kıta Pangea'nın sıcak iç bölgelerinde yaşıyordu.

Sürüngenler ilk kez, ikiyaşayışlı tetrapodları hem suda hem de karada tehdit edecek kadar büyümüştü. Ancak yine de çevrede çok sayıda büyük –timsah benzeri 2 m'lik avcı *Eryops* gibi– temnospondyl ikiyaşayışlı dolaşıyordu. Bunlar balıkla ya da karada pusu kurarak avladıkları küçük tetrapodlarla besleniyorlardı. Geniş, ok ucu şeklindeki başlarıyla garip nectridean *Diplocaulus* gibi bazı başka ikiyaşayışlılar, indirgenmiş uzuvlarıyla suda yaşamaya uyum sağlamıştı.

Sürüngenler arasında en çarpıcı olanlar 3 m boyundaki sinapsid pelycosaurlardı. *Edaphosaurus* ve *Dimetrodon*, sırtlarındaki yelkene benzeyen yapıyı ısı alış verişinde kullanıyorlardı: Sabah ısınmalarını, gün ortasında da serinlemelerini sağlıyordu. *Edaphosaurus* bitki yemeye uyarlanmış ilk sürüngenlerden biriydi. Alt çenesindeki bir dizi öğütücü dişin yanı sıra, sert bitki parçalarını yumuşatmaya yarayan, özelleşmiş bir damağı vardı. Onun tersine *Dimetrodon*sa keskin dişli bir avcıydı.

DEVONİYEN | KARBONİFER | PERMİYEN

359.2 | 299 | 251

Yaygın canlılar: tetrapodlar, balıklar, atkuyrukları

295 milyon yıl önce

Kisüraliyen Devresi'nin Asseliyen Çağı ile Sakmariyen Çağı arası

1. *Meganeuropsis*
2. *Araeoscelis*
3. *Dunbaria*
4. *Captorhinus*
5. dipnoan
6. *Dimetrodon*
7. *Diplocaulus*
8. *Eryops*
9. *Edaphosaurus*





ARAEOSCELIS (2) Bilinen ilk diapsid sürüngenlerden biri olan kertenkele benzeri bu cins, olasılıkla böcekçildi.

DUNBARIA (3) Yusufçuk benzeri 3 cm'lik kanatları ve öndeki ek kanatçıklarıyla bu böceklerin emici yapıda bir ağzı vardı. Bunlar olasılıkla bitki özsularıyla besleniyorlardı. Kansas'taki Elmo tabakalarından çıkartılmışlardır.

DIMETRODON (6) Bu büyük sinapsid sürüngen, sphenacodontid pelycosaurlar grubunda yer alır. Jilet gibi keskin dişleri ve güçlü çenesi onun, döneminin en tepedeki avcısı olduğunu gösteriyor.





YAYLA YAŞAMINDAN ENDER BİR GÖRÜNÜM

BROMACKER, ALMANYA

İklim: ekvatoryal, mevsimlerde ani değişiklikler
Biyota: tatlı sularda ve karalarda tetrapodlar

O zamanki enlem: 20° Kuzey
Şimdiki enlem: 50,5° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)
Orijinal ortam: yüksek bölgede ırmak ovası
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: 1980'de keşfedilmiş tek bir saha
Korunanlar: iyi korunmuş eksiksiz iskeletler



Dünya, yaklaşık 290 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Bu zengin Permiyen sahası 1980'li yılların başında Almanya'da Bromacker yakınlarında keşfedildi. Çok sayıda ve iyi korunmuş tetrapod, 290 milyon yıl önce küçük ırmakların aktığı yüksek bir alüvyon düzlüğündeki kum ve çamur çökellerinden çıkartıldı. Çok şiddetli mevsimlik bir tropikal iklim egemendi: Irmak ve göllerin dolduğu sıcak ve yağışlı bir mevsimin ardından ırmak ve göllerin kuruduğu, sucul canlıların mahvolduğu sıcak ve kurak bir mevsim geliyordu.

Böyle yayla ortamları çok ender korunmuş olarak günümüze dek gelir ve buralardaki türler her ne kadar bilinen bazı gruplardan olsalar da genellikle oraya özgü olurlar. Ama burada ABD'nin güney eyaletlerinin erken Permiyen tabakalarından bilinen *Diadectes* ve *Seymouria* gibi daha kozmopolit hayvanlar da vardı. Böylesi hayvanların varlığı, Kuzey Amerika ile Avrupa'nın kara ortamlarının süper kıta Pangea'nın birer parçası olarak birbirinin devamı olduğunun kanıtıdır.

Bromacker'deki hayvanların en ilginçlerinden biri *Eudibamus*'tur. İki ayak üzerinde durabilen bilinen en eski hayvanlardan biri olan *Eudibamus*, uzun arka bacaklarıyla koşabiliyordu. Bunun bitki yiyen bir hayvan olduğuna ve bu uyarlanmanın da avcılardan kaçmak için geliştiğine neredeyse kuşku yoktur.

290 milyon yıl önce
Kisüraliyen Devresi'nin Sakmariyen Çağı

Yaygın canlılar: karada yaşayan tetrapodlar

1 *Diadectes*
2 *Eudibamus*
3 *Dimetrodon*
4 *Seymouria*
5 *Syscioblatta*



SYSCIOBLATTA (5) Çok renkli olmasıyla tanınan spiloblattinidlerden olan bu hamamböceği ekvator bölgelerindeki yataklarda en çok bulunan fosillerdendir. Bu grubun geçirdiği hızlı evrim kanat damarlarındaki örüntülerin değişiminden izlenebilir.

EUDIBAMUS (2) 25 cm boyundaki bu gizemli sürüngen, bolosauridler denen soyu tükenmiş küçük bir gruptandır. Yuvarlak ve dolgun dişlerini belli ki sert bitki parçalarını çiğnemede kullanıyordu.



SEYMOURIA (4) Seymouriamorphlar, sürüngen benzeri tetrapodlardan oluşan küçük bir gruptu. Karada yaşayan türleri de tıpkı suda yaşayan türleri gibi etçildi. Bedenini kolayca kaldıracak kadar güçlü bacaklarının olması onun bir kara hayvanı olduğunu gösteriyor.



GLOSSOPTERID ORMANLARI

QUEENSLAND VE NEW SOUTH WALES, AVUSTRALYA

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcakları
Biyota: bataklık ormanları

O zamanki enlem: 60° Güney
Şimdiki enlem: 22° Güney
Deniz düzeyi: alçalıyor (+80 m)
Orijinal ortam: bataklıklar
Çökeller: kömür ve ilişkili çökeller
Durumu: Queensland ve New South Wales'de çok sayıda kömür madeni
Korunanlar: iyi korunmuş ama yalıtılmış bitki yapıları


Dünya, yaklaşık 265 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Avustralya'daki Queensland ve New South Wales'de bulunan geç Permiyen yataklarından her yıl 350 milyon ton kömür çıkartılır. Oluşumları 300.000 yıl süren bu 30 m'lik kömür damarları sıkışmadan önce 300 m derinde olmalıydı. Yüksek enlem, yerkabuğu gerilmeleri ve toprak altında kalmaların yaygın olması, günümüzdeki en yakın karşılıkları Kanada ve Sibirya boreal taygaları olan bu soğuk iklim bataklık ve turbalıklarının sürekli büyümesi için gereken en uygun koşulları sağlıyordu.

Yaprak döken ağaçlardan oluşan bataklık ormanlarında ağaç boyunda tohumlu eğreltilerin –*Glossopteris* ve *Gangamopteris*lerin– egemenliği vardı. Bunların yanında iğne yapraklı ağaçlar, kibritotları ve atkuyrukları da bulunuyordu. Gür bitki örtüsüne karşın, çok az karasal tetrapod ve böcek –çoğu küçük akrep sineği ve bitki özsuyu emen böcekler– vardı. *Ebenequa* gibi kemikli balıklar bataklık sularında yüzüyordu. Ancak bu dönemde karalardaki yaşam ekvator bölgeleriyle sınırlıydı.

Avustralya, Güney Amerika, Afrika'nın güneyi, Madagaskar, Hindistan, Antarktika ve Yeni Zelanda'daki Permiyen tabakalarında glossopteridler bulunmuştur. 1920'li yıllarda Alman meteorolog Alfred Wegener, böylesi bir dağılımın yalnızca, bu bölgelerin bir zamanlar bir süper kıtada bir arada bulunmasıyla açıklanabileceğini ileri sürmüştü.

Yaygın canlılar: ağaç büyüklüğünde tohumlu eğreltiotları

Volkanik etkinlikler: volkanik patlamayla (259 myö) geniş alanların tefrayla kaplanması

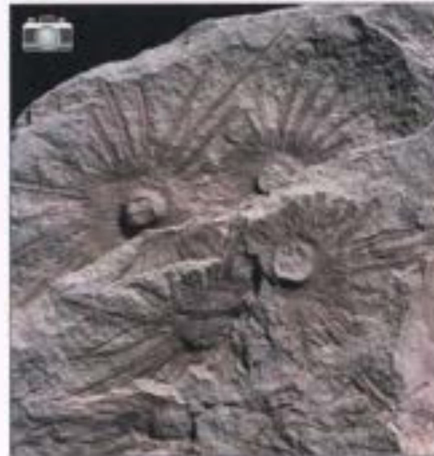
267-260 milyon yıl önce

Guadalupiyen Devresi'nin Kapitaniyen Çağı

1 *Glossopteris*
2 *Phyllotheca*
3 *Glossopteris linearis*
4 *Plumsteadia*
5 *Ebenequa*
6 *Sphenophyllum*
7 *Austraglossa*
8 *Dictyopteridium*
9 *Sphenopteris*



GLOSSOPTERIS (1) Bu orta boy (4 m kadar boylanabilen) eğreltiotunun uzun yapraklarının ortasında belirgin bir orta damar görülüyor.



PHYLLOTHECA (2) Üç metreye kadar boylanabilen bu atkuyruğu, glossopterid ormanlarında çok yaygındı. Yuvarlak bir tabandan sarmal olarak çıkan ince yapraklarıyla tanınan bu bitki, Kretase'ye kadar dünyanın her yanına yayılmıştır.



AUSTRAGLOSSA (7) Glossopteridlerden bir grubun meyve veren sıra dışı bir yapısı vardı. Bunlar görece az sayıda, kısa bir sapta gruplanmış, ince kanatlı tohumlar üretiyordu.

KARMAŞIK KARASAL BESİN ZİNCİRLERİ

KAROO ÇANAĞI, GÜNEY AFRİKA

İklim: tropikal güney

Biyota: çok çeşitli kara bitkisi ve etçil tetrapod

O zamanki enlem: 55° Güney
Şimdiki enlem: 31° Güney
Deniz düzeyi: alçalıyor (+80 m)
Orijinal ortam: göller ve ırmaklar
Çökeller: kum ve çamur
Durumu: Güney Afrika'daki Karoo Çanağı'nda çok sayıda saha
Korunanlar: genellikle iyi korunmuş kafatasları ve bazıları eksiksiz iskeletler



Dünya, yaklaşık 260 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Karalarda yaşam Geç Permiyen'de giderek çeşitleniyordu –hem tür sayısı hem de ekolojik etkileşimler anlamında. Afrika'nın güneyindeki Karoo Çanağı bu döneme açılan bir pencere gibidir. Burada günümüz memelilerinin cynodont atalarının da aralarında bulunduğu 70 yeni tetrapod türü ortaya çıkarılmıştır.

Yaklaşık 1500 km genişlikteki Çanak'ta Antarktika dağlarından güneye çok büyük miktarlarda tortu taşıyan ırmaklar bulunuyordu. Taşkın ovaları, göller ve su birikintileri atkuyrukları, eğreltiotları ve glossopteridlerden oluşan bir bitki örtüsüyle kuşatılmıştı. Muson yağmurları mevsimlik taşkınlara yol açıyor, bu sırada birçok canlı boğuluyordu. Sıcak güneşin altında buharlaşan sulardan geriye kalan tortularda da bunların kalıntıları fosilleşiyordu. Yaşam mevsimsel dramatik değişimlere uyum sağlamıştı –küçük dicynodontlar ve hatta akciğerli balıklar özel oyuklarda korunuyorlardı.

Bitki yiyenlerin nişlerini, 20'yi aşkın küçük tetrapod türü –özellikle dicynodontlar ve biraz daha büyük birkaç procolophonid– doldurunca karmaşık karasal besin zinciri de evrim geçirdi. Etçiller, kertenkele benzeri küçük böcekçillerden (*Youngina*) köpek boyundaki therocephalianlara (*Moschorhinus*) ve kedi büyüklüğündeki cynodontlara (*Procynosuchus*) kadar değişiyordu. En tepedeki avcılar, ilk kılıç dişli etçiller olan *Cyanosaurus* gibi gorgonopsianlardı.

260 milyon yıl önce
Lopingiyen Devresi'nin Vuçiapingyen Çağı

Yaygın canlılar: küçük dicynodontlar en yaygın tetrapodlardı

1. *Owenetta*
2. *Diictodon*
3. *Moschorhinus*
4. *Lystrosaurus*
5. *Youngina*
6. *Procynosuchus*
7. *Cyanosaurus*



DIICTODON (2) Dicynodontların yaygın ve başarılı bir türü olan *Diictodon*'un kalıntıları sarmal oyuklarda bulundu. 45 cm boyunda, tıknaz, kısa kuyruklu bedeni ve küçük, geniş bacakları tünel kazmaya yarayacak biçimde uyarlanmıştı. Kökleri parçalamak için kullandığı boynuz benzeri karmaşık bir gagası vardı.

OWENETTA (1) *Owenetta* gibi procolophonidler Geç Permiyen'de ortaya çıktı ve 50 milyon yıl yaşadı. Uzun, tıknaz bedenleri, görece büyük kafatasları, büyük göz çukurları ve keskin, çivi benzeri dişleri vardı. Böceklerle ve küçük omurgasızlarla besleniyorlardı. İnce üzengi kemiği, yüksek frekanslı sesleri algılayan bir kulakzarı olduğunu; kürek benzeri ayakları da açtığı oyuklarda yaşayan bir hayvan olduğunu gösteriyordu.



PROCYNOSUCHUS (6) 60 cm'lik bu ilkel cynodontun kafatasında ve bedeninde –ikinci damak başlangıcı, dişlerin ön dişler ve köpek dişleri olarak farklılaşması, torasik ve lumbar bölgeleri olan omurga gibi– birtakım memeli özellikleri vardı.



PERMİYEN DÜNYASININ SONU

VOLGA HAVZASI, RUSYA

İklim: tropikal, yüksek küresel yaz sıcakları
Biyota: karalarda

O zamanki enlem: 30° Kuzey
Şimdiki enlem: 57° Kuzey
Deniz düzeyi: alçak (-25 m)
Orijinal ortam: subtropikal bölgelerdeki mevsimlik ırmaklar
Çökeller: kırmızı kum ve çamur
Durumu: Volga ve Moskova havzalarına yayılmış çok sayıda saha
Korunanlar: birçok kafatası ve eksiksiz iskelet



Dünya, yaklaşık 260 myö



Günümüzdeki fosil sahası

1841'de İngiliz jeolog Roderick Murchison, Karbonifer tabakalarının üzerinde, Rusya'daki Volga ırmağıyla Ural dağlarının arasından doğuya doğru uzanan belirgin bir kırmızı tabaka dizisi fark etti. Bunlara bölgenin başkenti Perm'den dolayı Permiyen adını verdi ve çıkarttığı haritayı da Çar I. Nikolay'ın anısına ithaf etti. Bu tarihten sonra Permiyen, uluslararası kabul gören bir jeolojik devir oldu.

Memeli olduğuna inanılan omurgalı hayvanların fosilleri, bakır açısından zengin bu Rus tabakalarından zaten biliniyordu. Bu hayvanlar gerçekten de birtakım memeli özellikleri taşır; ama artık soyu tükenmiş bir sinapsid grubu olan dinocephalian therapsidlerden oldukları kabul ediliyor. Rus paleontolog İvan Efremov'un 20. yüzyılda yürüttüğü araştırmalar sayesinde aralarında ikiyaşayışlıların ve seymouriamorph *Kotlassia* ile kılıç dişli gorgonopsian *Inostrancevia* gibi sürüngenlerin de bulunduğu yüzlerce iskelet keşfedilmiştir.

Giderek artan sayıda sürüngenin evrimi, ilk kez gerçek otçul tabanlı bir ekosistemin gelişmesini sağladı (bu tabakaların dünyadaki başka tabakalarla da ilişkisi bu sayede kuruldu). Üç metrelik, zırhlı *Scutosaurus* gibi büyük otçullardan çok kısa bir süre sonra, 5 cm'lik köpekdişleri olan *Inostrancevia* gibi büyük etçiller ortaya çıktı.

260 milyon yıl önce
Lopingiyen Devresi'nin Vuçiapingyen Çağı

Yaygın canlılar: ikiyaşayışlı ve sinapsid tetrapodlar

1. *Microphon*
2. *Arctotypus*
3. *Dicynodon*
4. *Kotlassia*
5. *Inostrancevia*
6. *Scutosaurus*
7. *Dvinia*





ZIRHLI DEV (6) *Scutosaurus* döneminin en büyük otçul hayvanıydı. Büyük olmalarına karşın, yine de kemiksi "osteoderm" bir zırhla kaplıydılar.

KILIÇ DİŞLİ ÇENE (5) İki metrelik gorgonopsian *Inostrancevia*, döneminin en büyük etçil hayvanı ve en tepedeki avcısıydı. Kılıç diş yapısındaki köpek dişleri 5 cm'yi buluyordu. 90°den çok açılabilen çeneleriyle avlarını sakat bırakabilen ısırıklar alabiliyorlardı. Etçil therapsidlerin otçullardan daha çok çeşidi vardı. Bunların arasında gorgonopsianlar, therocephalianlar ve cynodontlar da bulunuyordu.



EN BÜYÜK YOK OLUŞ

PUTORANA PLATOSU, SİBİRYA, RUSYA

İklim: mevsimlik-nemli, ılıman

Biyota: küçük örneklem nedeniyle düşük çeşitlilik

O zamanki enlem: 60° Kuzey
Şimdiki enlem: 68° Kuzey
Deniz düzeyi: alçak (-25 m)
Orijinal ortam: yarıklardan püsküren lavların geniş alanlarda oluşturduğu bazalt platoları
Çökeller: lav
Durumu: Arktik Sibirya'nın büyük bölümünde hem gömülü hem de yüzeyde kaya tabakaları
Korunanlar: iyi korunmuş bazalt lavı



Dünya, yaklaşık 251 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Paleozoyik, yaşamın başından geçen benzeri görülmemiş bir yok oluşla sona erdi –bütün canlı türlerinin neredeyse yüzde 90'ı öldü. Her ne kadar birçok jeolog, böylesi büyük bir felaketin olası açıklaması için Dünya'ya çarpan büyük bir asteroiti düşünmüş olsa da bu yönde herhangi bir kanıt bulunamadı.

Ancak bu dönemde yaşanan başka bir felaketin kanıtları bulundu: Sibirya'da 252,2-251,1 milyon yıl önce 7 milyon kilometrekare gibi çok geniş bir alanı kaplayan bazalt lav püskürmeleri olmuştu. Bu tür devasa volkanik etkinlikler sırasında atmosfere çok büyük miktarlarda sera gazı salınır; bu da küresel bir ısınmaya yol açar. Jeokimyasal kanıtlara göre ısınmanın bir başka kaynağı daha vardı: Okyanus tabanındaki tortuların arasında bulunan büyük miktarlardaki metan gazının –olasılıkla bu volkanik etkinliğin tetiklemesiyle birlikte– salınması. Bu durum okyanus sularını oksijensiz bıraktı. Bunun sonucunda okyanus besin zinciri kırıldı. Bu sırada küresel ısınma da karalardaki yaşamı çok olumsuz etkiliyordu.

Tetrapod familyalarının yüzde 50-60'ı (türlerin yaklaşık yüzde 90'ı) yok oldu. Besin ağlarının çökmesinin en çok etkilediği hayvanlar büyük otçullar ve büyük etçillerdi. Rusya'nın Geç Permiyen'inden *Archosaurus* gibi bazı küçük diapsidler hayatta kalabildi –onların soyundan türeyen hayvanlar da Mesozoyik Zaman'ın egemenleri oldular.

252-251 milyon yıl önce
Lopingiyen Devresi'nin Çangsingiyen Çağı

Volkanik etkinlikler: bazalt platoları oluşturacak denli yaygın püskürmeler

❶ *Archosaurus*

YÜZEYLENMİŞ BAZALT AKINTILARI Bugün Sibirya bazalt platoları yalnızca 675.000 km²'lik bir alanı kaplar. Orijinal alanın çok daha büyük olduğu tahmin ediliyor. Bazı akıntılar, tek başlarına 30.000 km²'lik bir alanda yüzlerce metre kalınlıkta bazalt düzlüklerinin oluşmasına ve tek bir tüf tabakasının da 20 m kalınlığa ulaşmasına yol açmıştı. Yüzeye çıkan volkanik malzeme, Urallar'dan Baykal Gölü'nün doğusuna, güneyde de Kazakistan'a kadar olan bir alanı, yani Sibirya'nın büyük bir bölümünü kaplamıştı –yaklaşık ABD büyüklüğünde bir alan.





ARCHOSAURUS (1) Bir metre boyunda, kısa bacakları ve yayılmış bir duruşu olan bu avcı, ilk *Archosaurus*lardan biriydi ve *Archosaurus* kafatasının tipik özelliğini "burun delikleriyle göz çukurları arasındaki boşluklar" taşıyordu.

RUSYA'DA HAYATTA KALANLAR

MOSKOVA HAVZASI, RUSYA

250,5 milyon yıl önce
Erken Triyas Devresi'nin İnduyen Çağı

O zamanki enlem: 30° Kuzey
Şimdiki enlem: 60° Kuzey
Deniz düzeyi: alçak (-25 m)
Orijinal ortam: mevsimlik yağışları olan yarı kurak
Çökeller: kum ve çamur
Durumu: Moskova havzasına yayılmış çok sayıda saha
Korunanlar: üç boyutlu iskelet kalıntıları, iyi korunmuş birkaç kafatası ve eksiksiz iskelet



Dünya, yaklaşık 250 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Permiyen'in sonundaki kitlesel yok oluştan sonra yeryüzünde yaşam kökten bir değişim geçirdi. Erken Permiyen'de 12-15°C arasında olan küresel ortalama sıcaklık 22°C'a yükseldi ve kutuplardaki buz takkeleri tümüyle eridi. Karalardaki değişim en iyi Avrupa Rusyası'nın en erken Triyas tabakalarında görülür. Karalar iyice kuraklaşmıştı ama mevsimlik yağışlar güçlü ırmaklar oluşturuyor ve gölleri dolduruyordu.

Buradaki fosillerin büyük bölümü (yüzde 90'dan çoğu) *Benthosuchus* gibi sucul temnospondyl ikiyaşayışlılarındı ve boyları da bir metreden kısaydı. Önceden çok bol olan sürüngenler büyük bir darbe almıştı. *Contritosaurus* gibi birkaç tür hayatta kalmayı başarmış; ama onların da sayısı çok azalmıştı. *Lystrosaurus* gibi yarı sucul sürüngenler daha da azdı. Balıklar da hem çeşit olarak hem de sayıca büyük ölçüde azalmışlardı. Hayatta kalabilenler arasında en yaygını akciğerli balık *Gnathorhiza*'ydı. Birçok akciğerli balık gibi *Gnathorhiza* da kurak dönemleri bir sığınak gibi kullandığı oyuğunda mukusla kaplı olarak geçirdiğinden bunların fosilleri de oyuklarda bulunur.

Genel olarak Rusya'daki Erken Triyas fosilleri önceden dünyada yaygın olan tetrapod gruplarından bazılarından geriye kalanları gösteriyor. O dönemden kalan tek kozmopolit bağlantı da *Lystrosaurus*ların yaşadığı Hindistan'dı.

İklim: Kuzey Yarımküre subtropikal

Yaygın canlılar: tatlı su ikiyaşayışlıları, bazı akciğerli balıklar, karasal tetrapodlar

Biyota: karasal omurgalılar

1. *Benthosuchus*
2. *Wetlugasaurus*
3. *Lystrosaurus*
4. *Contritosaurus*
5. *Chasmatosuchus*



LYSTROSAURUS (3) Bu yarı sucul dicynodont Rusya'nın Erken Triyas sakinlerinin en büyüğüydü. Kuraklığa dayanıklı atkuyruklarıyla ve *Dicroidium* bitkileriyle beslenirdi. Ama en büyük tür olan *Lystrosaurus maccaigi* (yaklaşık 1,5 m boyunda) olasılıkla glossopteridlerle besleniyordu.



CONTRITOSAURUS (4) Procolophonid yarı sürüngenlerin en ilkellerinden biri olan *Contritosaurus* çok küçüktü. Kafatası yalnızca 2 cm genişliğindeydi; ama büyük gözleri ve küçük, çivi gibi dişleri vardı. Büyük olasılıkla böcekle besleniyordu.



CHASMATOSUCHUS (5) Diapsid archosaurların ilk örneklerinden olan bu hayvanın görünüşü bir parça timsahı andırıyordu. Proterosuchid familyasının bir üyesiydi. Bu avcı etçiller daha önce gorgonopsidlerin doldurduğu nişlere yerleşmişlerdi.

YAŞAM TOPARLANIYOR

GRAFİT ZİRVESİ (GRAPHITE PEAK), ANTARKTİKA

250 milyon yıl önce
Erken Triyas Devresi'nin İndüyen Çağı

O zamanki enlem: 78° Güney
Şimdiki enlem: 85° Güney
Deniz düzeyi: alçak (-25 m)
Orijinal ortam: alçak arazilerdeki herdemyeşil ormanlar
Çökeller: kum içeren yarı kurak akarsu yatakları ve çamur düzlükleri
Durumu: Transantarktik Dağları'nda çok sert koşulları olan ulaşılamaz sahalar
Korunanlar: yassılaşmış ama görece iyi korunmuş bitki ve hayvan kalıntıları



Dünya, yaklaşık 250 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Permiyen'in sonundaki kitlesel yok oluştan sonra karalardaki yaşamın kendini toparlaması çok yavaş olmuştur. Bunun nedenlerinden biri, otçul hayvanların başlıca besini olan ve besin zincirinin temelinde yer alan yaygın yetişen bitkilerin ortadan kalkmasıyla birlikte karasal ekosistemlerin çökmesidir. Yaşanan felaket, Permiyen'in geniş yapraklı, yaprak döken glossopterid bataklık florasında keskin bir değişime yol açmıştır. Erken Triyas'ta her dem yeşil, iğne yapraklı, serin-ılıman bölge ormanları egemen olmuştur.

Bu değişimler, 1968'de Antarktika'daki ilk Erken Triyas omurgalılarının keşfedildiği Grafit Zirvesi'ndeki kayalarda özellikle iyi görülür. Burada volkanik sıradağların hemen yanındaki 200.000 km²'lik geniş bir havzaya yayılmış ırmak sistemleri, alçak arazi *Voltziopsis* ormanlarının içinden geçiyordu. Bu sahanın fosillerinin bulunduğu toprakta bol miktarda kütük, ağaç parçası ve bitki kalıntısı vardı. Buna karşın, şaşırtıcı bir şekilde hiç kömür yoktu –dönemin tabakalarında görülen Dünya çapındaki bir 'kömür boşluğu'nun parçası olduğu için. Fosiller felaket sonrası durumu gözler önüne seriyordu: Yoksul bir *Volzia* ve *Voltziopsis* florasına karşılık bol miktarda mantar türü vardı. Sanki önceki geniş ormanların ve *Lystrosaurus* biyotasının yıkımını büyük bir çürüme dönemi izlemiş gibiydi. Ne var ki dönemin çok azalmış tetrapod faunasında –özellikle prolacertiformlarda ve cynodontlarda– birtakım evrimsel yenilikler görülüyordu.

İklim: yüksek enlem serin ve nemli

Yaygın canlılar: kara bitkileri

Biyota: birtakım tetrapodların olduğu karasal turba bataklığı florası

1. *Thrinaxadon*
2. *Lystrosaurus*
3. brachyopoid
4. *Voltziopsis*
5. *Prolacerta*
6. *Procolophon*

THRINAXADON (1) Kedi büyüklüğündeki bu cynodont Güney Afrika'da ve Antarktika'da bulunmuştur. Kafatasında, çenesinde, sırtında ve ince kuyruğunda gerçekleşen değişimlerle memelilerin evriminde önemli gelişmeler göstermiş bir türdür.







PROCOLOPHON (6) Erken Triyas'ta yaşamış bu procolophonid, 40 cm boya ulaşıyordu. Permiyen'in sonundaki felaketten kurtulmayı başaran bir cinse aitti. *Procolophon* iskeletleri genellikle toplu halde bulunmuştur.

ORTA TRİYAS'A YAKIN ÇEKİM

GRÉS À VOLTZIA, FRANSA

242 milyon yıl önce

Orta Triyas Devresi'nin Anisiyen Çağı

O zamanki enlem: 20° Kuzey

Şimdiki enlem: 48° Kuzey

Deniz düzeyi: bugünkü düzeyde

Orijinal ortam: delta

Çökeller: kum ve çamur

Durumu: Vosges tepelerinin kuzeyine yayılmış çok sayıda saha

Korunanlar: yassılaşmış ama çamur kayalarında yumuşak dokuların da korunduğu bütün fosiller



Dünya, yaklaşık 242 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Permiyen'in sonundaki büyük yok oluşa karşın, Orta Triyas'a gelindiğinde yaşam kendini iyiden iyiye toparlamıştı. Bu durumu Fransa'nın kuzeydoğusunda bulunan Grés à Voltzia tabakası sayesinde, 242 milyon yıl öncenin delta yaşamında ayrıntılarıyla görürüz. Delta kanallarıyla bağı kopmuş su birikintileri dönemsel olarak kuruyor ve sucul sakinlerine mezar oluyordu. Çürüyen kalıntıların üzerinde bakteri matları oluşuyor ve bu da onların şaşırtıcı derecede iyi korunmasını sağlıyordu.

Deltanın acı sularında aslında denizde yaşayan ama üremek için sürüler halinde deltaya gelen kral yengeçlerinin yanı sıra, karidesler, kerevitler ve actinopterygian balıklar kaynıyordu. *Eocyclotausaurus* gibi ikiyaşayışlı temnospondyller dönemin en tepedeki avcılarıydı.

Sucul yaşama ek olarak su birikintilerindeki çamurlarda, deltada bolca bulunan atkuyruklarının, eğreltilerin ve *Voltzia* gibi iğneyapraklı başka bitkilerin kalıntıları fosilleşip korunuyordu. Bitkilerin arasında şaşırtıcı derecede çeşitli, modern görünüşlü eklembacaklılar yaşıyordu.

145.5 65.5

Yaygın canlılar: sucul omurgasızlar, ağırlıklı olarak deniz canlıları ve bitkilerin de olduğu bazı kara canlıları

İklim: Kuzey Yarımküre tropikal

Biyota: karasal ve sucul karışık

1. *Rosamygale*
2. blattodean
3. *Voltzia*
4. scorpionid
5. myriapod
6. *Antrimpos*
7. *Progonionenus*
8. *Anomopteris*
9. *Limulitella*
10. *Dipteronotus*
11. *Voltziaephemera*



ROSAMYGALE (1) Çamur tabakaları, 6 mm'lik bu minik örümcekte olduğu gibi, yumuşak bedenleri koruyabilir.



VOLTZIA (3) Grés à Voltzia, adını *Voltzia*'dan alır. Çalımsı, iğneyapraklı ağaçlar olan *Voltzia*lar da *Albertia* benzeri başka açıktohumlular gibi deltadaki akarsu kollarının arasında kalan bölgelerde gür fundalıklar halinde yetişiyordu. *Voltzia*, dallarının ucundaki kozalaklarda polen ve tohum taşırdı, iğneyapraklıydı.



LIMULITELLA (9) Grés à Voltzia'nın eşsiz koşullarında 6 cm'lik bu kral yengeç (bir limulid) gibi yumuşak bedenli keliseratlar korunmuştur. *Limulitella* ve onun bıraktığı izler buradaki yaygın fosillerdendir. Limulidler ne kadar deniz hayvanı olsalar da çıkartılan bu fosiller onların üremek için deltanın acı sularına geldiğini gösteriyor.

DENİZ SÜRÜNGENLERİ ÇEŞİTLENİYOR

MONTE SAN GIORGIO, İSVİÇRE

Orta Triyas Devresi'nin Ladiniyen Çağı

O zamanki enlem: 15° Kuzey
Şimdiki enlem: 45,5° Kuzey
Deniz düzeyi: +25 m
Orijinal ortam: tabakalı havzada oksijensiz dip suları
Çökeller: siyah bitümlü şeyl ve yapraklı dolomit kireçtaşları
Durumu: fosil içeren tabakayı kazabilmek için madencilik yapılması gerekli
Korunanlar: yassılaşmış ama genellikle bütün iskeletler ve bazı fosilleşmiş yumuşak dokular



Dünya, yaklaşık 233 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Tropikal Tetis Okyanusu'ndaki deniz yaşamına yönelik sıra dışı bir pencere 19. yüzyılın sonlarında açıldı. Alpler'in güneyinde Besano yakınlarındaki bir ocaktan bitüm çıkartılırken şeyllerde ve dolomitli kireçtaşlarında çarpıcı biçimde iyi korunmuş fosiller bulundu.

Orta Triyas tabakaları İsviçre-İtalya sınırının her iki yanında da yüzeye çıkmış durumdadır. Son 150 yılda bu tabakalardan yüzlerce eksiksiz sürüngen iskeletinin yanı sıra, binlerce balık (ışın yüzgeçli 30 türün de aralarında bulunduğu), deniztarağı ve ammonoit çıkartılmıştır.

Bütün bu hayvanlar Tetis Okyanusu'nun körfezlerinden birinin sakin sularında yaşıyordu. Burada bol bulunan balıklar ve ammonoit kafadanbacaklılar, ichthyosaurlar (örneğin *Mixosaurus*) ve nothosaurlar (örneğin *Ceresiosaurus*) tarafından avlanıyorlardı. Placodontlar (örneğin *Paraplacodus*) gibi bazı özelleşmiş avcıların kabuklu hayvanların kabuklarını kolayca kırabilen büyük, düz dişleri vardı.

Bu tabakada birtakım sürüngen iskeletleri de bulunmuştu. Bunların arasında, bedeninin iki katı uzunlukta, sert bir boynu olan, garip görünüşlü 6 m'lik *Tanystropheus* da vardı. Bu hayvan büyük olasılıkla suda yaşıyordu ama akrabası olan 80 cm'lik *Macronemus* zamanının büyük bölümünü karada geçiriyor olmalıydı.

Yaygın canlılar: ammonitler ve deniztarakları

İklim: tropikal ekvatoryal

Biyota: deniz balıkları ve sürüngenleri

1. *Shastasaurus*
2. *Mixosaurus*
3. *Tanystropheus*
4. *Saurichthys*
5. *Paraplacodus*
6. *Eoprotrachyceras*
7. *Askeptosaurus*
8. *Ceresiosaurus*
9. *Birgeria*



TANYSTROPHEUS (3) Monte San Giorgio'da üç cinsten archosauromorph bulundu. Bunların içinde 12 ile 24. omurlar arasındaki omurları türlerine göre değişen derecelerde uzamış, aşırı uzun boyunlu, garip görünüşlü *Tanystropheus* da vardı.



CERESIOSAURUS (8) Monte San Giorgio'da en bol bulunan sürüngen, ikiyaşayışlı nothosaurlardı. Balıkla beslendikleri tahmin edilen bu hayvanlar, yumurtalarını olasılıkla karaya bırakıyorlardı. Bulunan birkaç yüz örnek arasında *Ceresiosaur*lar (3 m'lik), *Paranothosaur*lar, *Lariosaur*lar ve minik *Neusticosaur*lar da vardı.

BÖCEKLER VE BİTKİLER ÇEŞİTLENİYOR

FERGANA VADİSİ, KIRGIZİSTAN

228 milyon yıl önce
Orta Triyas Devresi'nin Ladiniyen Çağı ile Geç Triyas Devresi'nin Karniyen Çağı arası

O zamanki enlem: 38° Kuzey
Şimdiki enlem: 41° Kuzey
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: orman kaplı taşkın ovası, ırmaklar, göller ve bataklıklar
Çökeller: ırmak ve göl kumu, alüvyon, kil ve kömür damarları
Durumu: Kırgızistan'ın uzak ve ulaşımı çok zor olan çöl bölgelerindeki sahalar
Korunanlar: yassılaşmış ama bazı yumuşak dokuların da korunduğu fosiller



Dünya, yaklaşık 228 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Dünyada en çok böcek fosili içeren kayalardan bazıları Kırgızistan'daki Fergana Vadisi'nde yer alan Orta Triyas Madygen tabakalarındadır. Bunların özel bir önemi vardır; çünkü daha erken Triyas böceklerine çok ender rastlanmıştır. Burada bulunan 15.000 fosil, artan bir böcek çeşitliliğini, yeni sucul biçimlerin ortaya çıktığını ve önceki böcek familyalarının da ortadan kaybolduğunu göstermektedir. Bunda lycopsidli, eğreltiotlu, cordaitli ve pteridospermli Permiyen florasından sikadlı, ginkolu, iğneyapraklı ve bennittaleanlı Triyas florasına geçişin etkisi büyük olmuştur.

Madygen'in eski ırmak ve göl yataklarında, içlerinde şaşırtıcı bollukta bitki ve böcek kalıntısı barındıran kömür damarları vardır. Bu fosiller arasında en dikkat çekici olanlar, 40 cm'lik kanat açıklığı olan ve ön bacakları kalın dikenlerle kaplı, dev titanopteranlarınkilerdi. Durduğunda kanatları karnının arkasında yatay olarak toplanan bu böceğin güçlü sesler çıkarmasını sağlayan bazı büyük organları vardı. Bunlar, çok ses çıkartan ve sınırları belli alanlarda yaşayan böceklerdi.

Madygen, iki küçük ama merak uyandıran diapsid sürüngenle –*Longisquama* ve *Sharovipteryx*– de ünlüydü. Uçabildiği düşünülen bu iki tür de 1965'te keşfedildi. Ne var ki *Longisquama*'nın gerçek doğası hâlâ çok tartışmalıdır.

İklim: Kuzey Yarımküre nemli ılıman

Yaygın canlılar: bitkiler ve böcekler

Biyota: tatlısu sucul ve karasal

1. *Notocupoides*
2. *Hadeocoleus*
3. *Saurichthys*
4. *Longisquama*
5. *Podozamites*
6. *Sharovipteryx*
7. *Axioxyela*
8. *Madygenia*
9. *Gigatitan*



LONGISQUAMA (4) Sırtı, dönüşüm geçirip tüyü andıran pullarla kaplı, 10 cm'lik bu sürüngen, belki de pullarını havada süzülürken kullanıyordu.



LONGISQUAMA (4) "Pullar" üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerin sonucunda "Acaba, bunlar havada süzülmek için mi kullanılıyordu?" sorusu ortaya çıkmıştır. Ama "pullar"ın bir başka açıklaması da onların aslında *Longisquama* ile birlikte fosilleşmiş bir bitkinin yapraklarının izi olduğudur.



GIGATITAN (9) Bu dev böceğin kanat açıklığı 40 cm olan büyük kanatları vardı. Bunlarda arka bacaklarını sürttüğünde günümüz ağustos böceğininkini andıran güçlü sesler çıkartan bir organ taşıyordu.

DİNOZORLARIN ORTAYA ÇIKIŞI

AY VADİSİ, LA RIOJA EYALETİ, ARJANTİN

227 milyon yıl önce
Geç Triyas Devresi'nin Karniyen Çağı

O zamanki enlem: 40° Güney
Şimdiki enlem: 30° Güney
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: ırmak ve göllerin bulunduğu, volkanik olarak etkin taşkın ovası
Çökeller: ırmakların taşıcığı kum ve çamur
Durumu: 2000'den beri Ischigualasto/Talampaya Doğa Parkı içinde bir Dünya Mirası Sahası'dır
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış üç boyutlu kemikler



Dünya, yaklaşık 227 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Arjantin'in La Rioja ve San Juan eyaletleri arasında yer alan Ay Vadisi'nin çorak ve engebeli arazisi 1950'li yılların sonunda burada dinozor benzeri ilk sürüngenlerin keşfiyle dünyaca ünlenmişti. Şiddetli mevsimlik iklimlerin yaşandığı bir dönemin 40 m'lik ibreli ağaçlarını, eğrelti otlarını ve atkuyruklarını bolca içeren Geç Triyas tabakaları bir ırmağın taşkın ovasında yer alıyordu.

Ortaya çıkartılan tetrapod fosillerinin çoğu rhynchosaur ve cynodontlara aitti; dinozor benzeri hayvan fosilleri çok az çıkmıştı. Ama bulunan *Herrerasaurus* ve *Eoraptor* adlı iki cinsten fosillerin ilk dinozor benzeri hayvan (dinozomorf olarak bilinir) fosillerinden olması önemliydi. Dinozorların en büyük dallarından birinin kökünde yer alan "temel saurischianlar" yaklaşık aynı zamanlarda Arjantin'in aynı bölgesinde yaşamış olan ornithischian *Pisanosaurus*'a benziyordu.

En önemlisi de bu iki cins, monofiletik (ortak bir atadan türemiş) dinozorların ornithischian ve saurischian diye iki temel gruba ayrılmasının (kalça ve leğen kemiklerinin yapısındaki farklara göre adlandırılırlar) düşünülenden daha erken gerçekleştiğini kanıtlıyordu. Hatta *Pisanosaurus*, bilinen ilk ornithischiandı.

İklim: şiddetli değişen mevsimlik ılıman Güney Yarımküre

Yaygın canlılar: bitkiler, cynodontlar ve rhynchosaurlar

Biyota: karasal

- ❶ *Hyperodapedon*
- ❷ *Exaeretodon*
- ❸ *Herrerasaurus*
- ❹ *Saurosuchus*
- ❺ *Protojuniperoxylon*
- ❻ *Eoraptor*





HYPERODAPEDON (1) Bitki yiyen, 2 m'lik bu rhynchosaur, arka ayaklarındaki güçlü pençelerini büyük olasılıkla toprağı kazıyarak besleyici bitki köklerini çıkarmada kullanıyordu.



HERRERASAURUS (3) Büyük gözler, keskin dişler ve alışılmadık uzunluktaki köpek dişleri, iki bacağı üzerinde durabilen, 4 m'lik bu dinozoru çok etkili bir avcı yapıyordu.

EORAPTOR (6) Her ne kadar boyu 1 m olsa da bu temel saurischian, bazıları ilkel, bazıları da gelişmiş theropod özellikleri taşıyan ve iki bacağı üzerinde hareket eden etkili bir avcıydı. Gözleri büyüktü. Uzun, kaslı bacakları hızlı koşacak biçimde uyarlanmıştı. Kolları ve uzun parmaklı elleri avını yakalayıp kavramak için çok uygundu. Testere gibi tırtıklı, eğik dişlerinin yanında yaprak şekilli olanlarının da varlığı, bu hayvanın küçük hayvanları, böcekleri ve olasılıkla bazı bitkileri de yediğini gösteriyor.

İSKOÇYA'NIN ÇÖL TETRAPODLARI

EPOCH ELGIN, İSKOÇYA

220 milyon yıl önce
Geç Triyas Devresi'nin Karniyen Çağı

O zamanki enlem: 35° Kuzey
Şimdiki enlem: 57° Kuzey
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: yakınlarda bitkilerin bulunduğu bir çöl
Çökeller: rüzgârın savurduğu kumullar
Durumu: ender fosillerin bulunduğu eski bir taşocağı
Korunanlar: üç boyutlu, delikli kemik kalıpları ve ayrılmış iskeletler


Dünya, yaklaşık 220 myö



Günümüzdeki fosil sahası

İskoçya'daki Elgin'de bulunan tetrapod kalıntıları Triyas'ın eski faunasının, yeni ortaya çıkan dinozorlara doğru dönüşümünü gösterir. Fosiller, bir zamanlar rüzgârın oluşturduğu kumullar olan günümüz kumtaşlarının içinde korunmuştu. Ama bunları kumtaşlarından çıkartmak çok zor olmuştur; çünkü ya çok narindiler ya da yok olmuşlardı ve geride de yalnızca kalıplarını bırakmışlardı. Neyse ki modern döküm yöntemleriyle orijinal kemik şekillerinin kopyaları elde edilebilmiştir. Bunlar sayesinde de *Ornithosuchus*, *Stagonolepis*, *Scleromochlus* ve *Hyperodapedon* gibi birkaç cinsin ayrıntılı anatomi yapısı çıkartılabilmiştir. Fosillerin çoğu azçok bütün ama ayrılmış olarak korunduğu için bu fosiller özellikle önemliydi.

Elgin'deki orijinal çevre, çözülmeyi bekleyen bir bulmaca gibidir. Ölen hayvanlar kumulların içinde korunmuştur ancak belirgin bir şekilde çorak olan bu bölgede nasıl yaşayabilmişlerdi? Kumullar büyükçe bir kumsalda mıydı, yoksa bir çölde miydi? Her ne kadar hiç bitki fosili bulunamamış olsa da bazı büyük otçulların da aralarında bulunduğu çeşitli tetrapodlar, yakında gür bir bitki örtüsünün varlığını göstermektedir. Bir olasılıkla normalde ayrı bir yerde beslenen hayvanlar, üreme dönemlerinde kumullara yumurtalarını bırakmak için buraya geliyordu.

İklim: mevsimlik yağışların olduğu kuru kıta içleri

Yaygın canlılar: çeşitli ama yaygın olmayan tetrapodlar

Biyota: karasal

❶ *Ornithosuchus*
❷ *Stagonolepis*
❸ *Hyperodapedon*
❹ *Scleromochlus*





STAGONOLEPIS (2)
3 m'lik bu aetosaurun ağzının ön bölümünde dişleri yoktu; yaprak şeklindeki yanak dişleriyle bitkilerin sap ve köklerini yiyordu. Kemiksi pullardan oluşan zırhı sayesinde de avcı hayvanlardan korunuyordu.



HYPERODAPEDON (3) Sağlam kaburgaları ve fıçı şeklinde bir göğsü olan bu rhynchosaurun (burada kafatası, kaburga kemikleri ve omurgası görülüyor) boyu 2 m'ydi ve dişsiz bir "gaga"sı vardı. Bitkileri, sıra sıra damak dişleriyle kesip parçalardı.



SCLEROMOCHLUS
(4) 17 cm boyundaki bu archosaurun koşmak ya da sıçramak için kullandığı uzun arka bacakları vardı. Kolları ve boynu kısaydı. Bu hayvanın sınıflandırması hâlâ tartışmalıdır.



EVRİM GEÇİREN ARCHOSAURLAR

HAYDEN TAŞOCAĞI, NEW MEXICO, ABD

216 milyon yıl önce

Geç Triyas Devresi'nin Karniyen ile Noriyen Çağı arası

O zamanki enlem: 10° Kuzey
Şimdiki enlem: 36° Kuzey
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: ırmak kollarının geçtiği ormanlık taşkın ovası
Çökeller: alüvyon kumu
Durumu: Ghost Ranch mevkiindeki birkaç taşocağından biri –fosilleri çıkartabilmek için büyük ölçekli kazı gereklidir
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış ama iyi korunmuş üç boyutlu kemikler



Dünya, yaklaşık 216 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Bir zamanlar ilk dinozorların, kısa bir süre içinde öteki Geç Triyas archosaurlarını yok edip onların yerini aldıkları düşünülüyordu. Ancak ünlü Ghost Ranch sahası yakınlarında bulunan yeni fosiller, geçiş döneminin daha uzun sürdüğünü gösteriyor.

Geç Triyas Chinle Formasyonu tabakaları sonraki sahadan 65 m kadar derindedir. 2006'dan beri Hayden Taşocağı'ndan 1.300 dolayında omurgalı örneği çıkartıldı. Buranın orijinal çevresi, ırmaklarla örülü bir taşkın ovasıydı; hemen yakınında da büyük iğne yapraklı *Araucarioxylon*lardan oluşan bir orman vardı.

Yeni fosillerin arasında Geç Triyas'ta hayatta kalabilmiş archosaurlar (*Typothorax* gibi), dinozor öncülleri (*Dromomeron* gibi), ilk gerçek dinozorlar (saurischian *Chindesaur* gibi) ve bazı coelophysoid theropodlardan oluşan ilgi çekici bir karışım vardı. Avrupa'da ve Gondwana'daki yüksek enlemlerdeki sahalardan bilinen dinozorlar, şaşırtıcı bir şekilde burada ve Kuzey Amerika'da yoktu. Bu durum belki de gerçek çevresel değişimlerin bir göstergesidir ya da kazılan sahaların tipleri göz önüne alınarak da açıklanabilir. Hangi açıklama doğru olursa olsun bu yeni saha sayesinde archosaurlardan dinozorlara evrimsel geçişin aşamalı olduğu ve 15-20 milyon yıl sürdüğü anlaşılmıştır.

İklim: tropikal nemli

Yaygın canlılar: dinozorlar ve başka archosaurlar

Biyota: karasal ve tatlı su sucul

1. *Dromomeron*
2. pseudopalatine archosaur
3. *Chindesaurus*
4. *Eucoelophysis*
5. *Postosuchus*
6. *Typothorax*



DROMOMERON (1) 1 m boyundaki bu hayvan uzun arka bacakları üzerinde hızlı koşabiliyordu. Ayrıntılı analizlerin sonucunda Orta Triyas'ın dinozomorfu *Lagerpeton* ile yakın akraba olduğu ortaya çıktı. Sonuç olarak iki tür, öteki dinozomorflarla kardeş bir başka grupta birlikte yer aldılar.



CHINDESAURUS (3) 20 cm'lik bu uyluk kemiği –temel bir saurischian olduğu yalnızca yarım bir iskeletten ve yalıtılmış bazı kemiklerden bilinen– *Chindesaurus*'un tipik bir özelliğiydi.

COELOPHYSOID (4) Geç Triyas'ta yaşamış, 3 m boyundaki bu theropodlar yalnızca ayrı ayrı duran bazı kemiklerden bilinirler. Bu durum aynı grubun ileriki bir üyesi olan ve Ghost Ranch'teki biraz daha geç bir tabakadan çıkartılan *Coelophysis*'in çok bol bulunan iskeletleriyle çarpıcı bir zıtlık oluşturur.





TYPOTHORAX (6) 5 m boyundaki bu aetosaurun korkutucu zırhı, derisinden çıkan kemiksi plakalardan oluşuyordu. Bu zırhlar, *Postosuchus* gibi avcı hayvanlara karşı ölçülerin tek savunmasıydı. *Typothorax*'ın küçük bir kafatası ve yalnızca ufak dişleri olan kısa bir çenesi vardı; domuz benzeri burnundaysa hiç diş yoktu.

DİNOZORLAR ARASINDA ÖLÜM

GHOST RANCH, NEW MEXICO, ABD

yaklaşık 213 milyon yıl önce
Geç Triyas Devresi'nin Noriyen Çağı

Paleontolojinin en çarpıcı fosil yığınlarından biri 1947'de New Mexico'da Ghost Ranch'teki Whitaker Quarry'de keşfedildi. Kemikleri dağınık halde yüzlerce iskelet birbirine karışmış olarak bulundu -çoğu da *Coelophysis* denen tek bir türe ait, küçük, avcı theropod dinozorlardı.

Bütün bu etçil dinozorların nasıl olup da bir araya geldiği hâlâ açıklanamamıştır. Belki beslenmek ya da üremek için toplanmışlardı. Belirgin üç beden yapısından -gürbüz, ince yapılı ve yavru- hemen hemen eşit sayılarda vardı. Ama sahada hiç yumurta kabuğu ya da yuva fosili bulunmadığından, üremek için bir araya geldikleri artık düşünülmüyor. Bazı hayvanların midelerindeki şeyler arasında, timsahların akrabası olan bazı küçük *Hesperosuchus*ların da aralarında olduğu son yemek kalıntıları vardı. Önceleri bunların yavru *Coelophysis*ler olduğu sanılıyordu. Bundan dolayı da bu dinozorların yamyam olduğu düşünülüyordu. Ne var ki ayrıntılı incelemeler gerçeği ortaya çıkardı.

Böyle bol miktarda fosili açıklamaya yönelik kuramlardan birine göre bu hayvanlar bir kıtlık nedeniyle ölmüştü. Belki de ani bir sel onların cansız bedenlerini bir ırmağa sürüklemiş, ırmak da onları gömüldükleri yere taşımıştı. Bu resimde eksik olan parça otçul dinozorlardır -sahadaki *Coelophysis* olmayan dinozorlar bile genellikle küçük avcılardır.



COELOPHYSIS (1) *Coelophysis*lerin tipik özelliği uzun, basık ve burna doğru giderek incelen bir kafatasıydı. Bunların alt çenelerinde biraz özelleşmiş dişler vardı. Öldükten sonra bu hafif kafataslarının aldığı şiddetli darbeler, beynin içinde bulunduğu bölgenin yapısı gibi merak edilen bazı ayrıntılara ulaşılmasını engellemiştir.

İklim: tropikal nemli

Yaygın canlılar: theropod dinozorlar

Biyota: karasal ve tatlı su

1. *Coelophysis*
2. *Araucarioxylon*
3. *Semionotus*
4. *Chinlea*
5. *Hesperosuchus*
6. *Rutiodon*



COELOPHYSIS (1) Burada Whitaker Quarry'den çıkartılan eksiksiz iskeletlerden biri görülüyor. *Coelophysis* fosilleri genellikle boynun geriye doğru keskin bir şekilde kıvrıldığı bu pozda bulunmuştur. Can çekişme gibi algılanabilen bu poz gerçekte, öldükten sonra hayvanın kaslarının kasılmasının bir sonucudur.



HESPEROSUCHUS (5) 1 metre boyundaki bu hafif sphenosuchian avcının bedeni, tıpkı modern timsahlarda olduğu gibi koşmak için "yüksek" bir yürüyüş tarzına uyarlanmıştır –uzamış bacaklar bedene yakınlaşmıştır. Paralel sıralanmış koruyucu kemik plakalar, böylesi enerjik bir etkinlik için omurgayı güçlendiriyor olabilir. Hayvanın bel bölgesi de kaburga benzeri yapılarla korunmaktadır.

JURA'NIN DENİZ DÜNYASI

LYME REGIS, DORSET İNGİLTERE

195 milyon yıl önce
Erken Jura Devresi'nin Hettangiyen Çağı ile Sinemuriyen Çağı arası

O zamanki enlem: 36° Kuzey
Şimdiki enlem: 50° Kuzey
Deniz düzeyi: +25 m
Orijinal ortam: kıyıya yakın sular
Çökeller: karbonat yumruları ve kireçtaşı katmanları olan, oksijeni az, deniz tabanı çamurları
Durumu: Dünya Mirası Sahası ve Özel Bilimsel İlgi Sahası
Korunanlar: çoğu yassılaşmış ama bazılarında yumuşak dokuların da korunduğu birkaç üç boyutlu fosil


Dünya, yaklaşık 195 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Dorset'teki Lyme Regis'te ortaya çıkartılan Erken Jura kıyı yamaçları İngiltere'nin en ünlü fosil sahalarından biridir. Burası artık bir Dünya Mirası Sahası'dır. Yöredeki toplayıcıların kireçtaşı ve şeyl tabakaları arasında iki yüz yıldan uzun bir süredir bulduğu fosiller, müze koleksiyonlarındaki yerlerini almıştır. Buluntular arasında ender rastlanan dinozorlar, yaklaşık 50 tür balık ve sayısız ammonit vardır.

19. yüzyılın başlarında Anning ailesi, deniz sürüngenlerinin bilinen en eski ve en iyi korunmuş örneklerini çıkartmış ve hazırlamıştı. Bunlar arasında British Museum'a satılan en iyi ichthyosaur ve plesiosaur örnekleri de vardı. Lyme'deki Erken Jura sürüngenleri, hâlâ o dönemin Dünya'da bilinen en bol ve çeşitli örnekleridir: 14 tür ortaya çıkartılmıştır, bunların 9'u o bölgeye özgüdür. Ichthyosaur ve plesiosaurların yanı sıra, uçan bir pterosaur (*Dimorphodon*) ile –birkaç yıl önce olağanüstü eksiksiz bir örneği bulunan– zırhlı thyreophoran dinozor *Scelidosaurus*'u da içerirler.

Balıklar arasındaysa ışın yüzgeçli birçok cins ve bazı eksiksiz kıkırdaklı köpekbalıkları vardır. Bunlar sayesinde Lyme Regis, İngiltere'nin en önemli balık fosili sahalarından biri haline gelmiştir.

145.5 65.5

İklim: orta enlem sıcak nemli

Yaygın canlılar: yumuşakçalar (ammonitler, belemnitler ve çift kabuklular) ve balıklar

Biyota: çoğu nektonik deniz canlıları

1. *Caturus*
2. *Ichthyosaurus*
3. *Microderoceras*
4. *Scelidosaurus*
5. *Dapedium*
6. *Hybodus*
7. *Pentacrinites*
8. *Passaloteuthis*
9. *Plesiosaurus*
10. *Dimorphodon*



ICHTHYOSAURUS (2) Yunus benzeri, bu büyük avcı sürüngenin boyları 9 m'yi bulan dört türü Lyme Regis'te ortaya çıkarıldı. Dışkılarının ve mide içeriklerinin fosillerine bakılarak balık ve omurgasızlarla beslendikleri anlaşılmıştır.

PLESIOSAURUS (9) 5 m boyundaki, küçük kafalı ve uzun boyunlu bu plesiosaur, *Eurycleidus* gibi büyük kafalı, kısa boyunlu pliosauridlerin yanında bulunmuştur.

DAPEDIUM (5) Yassı gövdeli bu actinopterygian balığının küçük yüzgeçleri, iyi bir yüzücü olmadığını gösteriyor – belki de deniztarağı gibi yumuşakçalarla besleniyordu.



SÜRÜNGENLER DENİZLERE HÜKMEDİYOR

182 milyon yıl önce

HOLZMADEN, ALMANYA

Erken Jura Devresi'nin Toarsiyen Çağı

O zamanki enlem: 30° Kuzey
Şimdiki enlem: 48° Kuzey
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: derin kıta sahanlığı denizi
Çökeller: bitumlü şeyller ve kireçtaşları
Durumu: birkaçı araştırmacılara açık, çoğu ticari maden ocağı
Korunanlar: yumuşak dokunun bulunduğu yerleri kaplayan siyah organik filmler sayesinde beden hatları belli olan, eklemlerinden ayrılmış çok sayıda iskelet


Dünya, yaklaşık 182 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Almanya'nın güneyindeki Holzmaden'in bitümlü kireçtaşları ve şeylleri arasından Erken Jura Devri'nde yaşamış 500'ün üzerinde, neredeyse eksiksiz, yunus benzeri ichthyosaur iskeleti çıkartıldı. Bu tabakalar inşaatlar, çatı kaplama malzemeleri ve petrol için 16. yüzyıldan bu yana kazılıyor.

Holzmaden ichthyosaurlarından bazılarının deri hatlarını ve beden kesitlerini gösteren bakteri matı kalıntıları korunabilmişti. Bunlar sayesinde fosilleşmeyen sırt yüzgeçlerinin ve kuyruğa doğru bir üst loblarının olduğu kanıtlandı.

Aynı sahadaki bir başka olağanüstü keşif de denizel teleosaur timsahlardan 70 örnekti –özellikle de balıkla beslenen, 3 m boyunda, uzun kafatasılı, güçlü bacakları olan ikiyaşayışlı *Steneosaurus*.

Holzmaden tabakaları o dönemde Avrupa'nın kuzeyinin büyük bölümünü kaplayan sığ bir denizdeki birkaç derin havzadan birinde yer alıyordu. Derin havzaların suları belli periyotlarla durgunlaşıyor ve oksijensizleşiyordu. Bu durumda deniz tabanındaki yaşam da birkaç kabuklu ve çift kabukluyla sınırlı kalıyordu. Öte yandan aynı durum, yüzeye yakın, oksijeni bol sularda yaşayan –uzun gövdeli bazı denizzambaklarının da aralarında olduğu– canlılar öldüğünde dibe düşen bedenlerinin korunması için de ideal koşulları sağlıyordu.

Yaygın canlılar: kafadanbacaklılar, balıklar ve sürüngenler

İklim: orta enlem sıcak nemli

Biyota: nektonik deniz canlıları

1. *Harpoceras*
2. *Passaloteuthis*
3. *Rhomaleosaurus*
4. *Steneosaurus*
5. *Lepidotes*
6. *Stenopterygius*
7. *Palaeospinax*
8. *Dorygnathus*
9. *Pentacrinus*



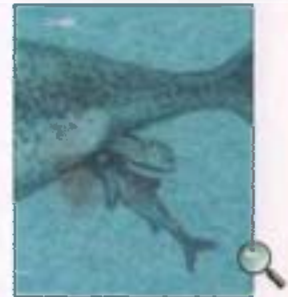
HARPOCERAS (1) 20 cm çapındaki bu yassılaşmış, ince kabuklu ammonit, Erken Jura denizlerinde çok yaygındı. Hidrodinamik beden yapısı serbest bir yüzücü olduğunu gösteriyor. Holzmaden'da bazı ammonitler kabuklarını kaplayan plakalarıyla bulunmuştur.



STENEOSAURUS (4) Uzun, ince burnu ve başının üstünde yer alan gözleriyle 4,8 m'lik bu timsah olasılıkla balık sürülerine aşağıdan saldırmış.



LEPIDOTES (5) Erken Jura denizlerinde yaygın olan 1 m boyundaki bu ağır zırhlı holostean balığın elmas şeklinde "ganoid" pulları vardı. Sıra dışı dişleri çivi gibiydi ama iç dişleri yuvarlaktı ve yumuşakçaların kabuklarını kıracak biçimde özelleşmişti.



STENOPTERYGIUS (6) Bulunan hamile ichthyosaur fosillerinden, 3 m'lik bu hayvanların doğurarak yavruladığı anlaşıldı.

MEMELİLER HAVAYA VE SUYA UYUM SAĞLIYOR

171-164 milyon yıl önce

DAOHUGOU, İÇ MOĞOLİSTAN, ÇİN

Orta Jura Devresi'nin Bajosiyen Çağı ile Batoniyen Çağı arası

O zamanki enlem: 60° Kuzey
Şimdiki enlem: 41° Kuzey
Deniz düzeyi: + 75 m
Orijinal ortam: göller, akarsular ve onların taşkın ovaları
Çökeller: ince taneli çamur kayaları
Durumu: İç Moğolistan'ın uzak bir köşesinde bir saha
Korunanlar: yassılaşmış ama yumuşak dokuları korunmuş fosiller



Dünya, yaklaşık 168 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Kısa bir süre önce İç Moğolistan'da, Daohugou'daki Orta Jura'dan kalma tatlı su ve akarsu yataklarında sıra dışı bir dizi fosil keşfedildi. Önceleri bu Jura Devri memelilerinin avcı sürüngenlerden uzak durmak için hep oyuklarda yaşayan, gececil, küçük, kemirgen benzeri hayvanlar oldukları düşünülürdü. Gerçi bu sahanın tarihlendirmesi hâlâ tartışmalıdır ve kimilerine göre saha Erken Kretase'den kalmadır. Yine de bu sahadaki ince taneli çamur kayalarında korunmuş yumuşak dokulu fosillerin, ilk memelilerin evrimine ve çeşitlenmesine yönelik bakış açımızda devrim yaratacak bir potansiyeli var.

Burada öne çıkan dikkat çekici konulardan biri, 50 cm boyunda, suda yüzen *Castorocauda* ("kunduz kuyruk" anlamında) adlı hayvandı. Bu hayvan, bilinen ilk memelilerin en büyüğüdür. Onun fosili, memelilerin sularda yayılmasının tarihini belki de yüz milyon yıldan daha çok geriye atacak. Ağaçlardan süzülen başka bir ilkel memeli *Volaticotherium* için de yeni bir memeli familyası oluşturuldu. Oyuklarda yaşayan yeni bir monotrem *Pseudotribos* daha az sıra dışı görünüyor; ama onun da kendine özgü bir yanak dişi yapısı var. Daohugou'da bulunan öteki fosiller arasında bilinen en eski semender olan *Chunerpeton*'un yanı sıra, en eski tüylü dinozorlar –büyük *Pedopenna* ile güvercin büyüklüğünde ve fazlasıyla kuşa benzeyen ama uçamayan *Epidexipteryx*– de vardı.

İklim: orta enlem sıcak nemli

Yaygın canlılar: sucul eklembacaklılar, karasal ve ikiyaşayışlı iribaşlar

Biyota: karasal ve tatlı su sucul

1. *Leptolingia*
2. *Pseudotribos*
3. *Volaticotherium*
4. *Mongolbittacus*
5. cryptobranchoid
6. *Quadraticossus*
7. *Chunerpeton*
8. *Castorocauda*
9. *Grammolingia*
10. *Pedopenna*





CASTOROCAUDA (8) Susamuru, platipus ve kunduz özelliklerinin karışımı *Castorocauda*, pullu ve düz bir kuyruğu olan, yarı sucul bir docodont memeliydi.

CRYPTOBRANCHOID (5) 8 cm boyundaki bu larva örneği, bilinen ilk semenderden kalmadır. Cryptobranchoidlerin ilkel bir örneği olan bu hayvanın fosilinde gözler, solungaç filamentleri, kuyruk, notokord, uzuvlar ve dolu bir midenin izleri görülüyor.

PEDOPENNA (10) Bu maniraptoran dinozorun 12 cm uzunluğundaki ayak kemikleri troodondıtlerin ve dromaeosauridlerin ayak kemiklerine benziyor. Sanki üzeri uzun, simetrik tüylerle kaplı ve onların da üstünde daha kısa başka tüyler var gibi görünüyor.



EN ESKİ AHTOPOT

LA VOULTE-SUR-RHONE, FRANSA

163 milyon yıl önce
Orta Jura Devresi'nin Erken Kalloviyen Çağı

O zamanki enlem: 30° Kuzey
Şimdiki enlem: 44° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor
Orijinal ortam: dalga tabanının altındaki oksijeni az deniz tabanı
Çökeller: karbonat yumrulu ince çamur
Durumu: en son 1980'li yıllarda geniş çaplı toplanmış
Korunanlar: şeyllerin içinde yassılaşmış ve yumruların içinde üç boyutlu, bazı yumuşak dokular korunmuş olarak



Dünya, yaklaşık 163 myö



Günümüzdeki fosil sahası

La Voulte-sur-Rhône'un durgun deniz çamurlarından oluşan tabakaları, ahtopot gibi kafadanbacaklıların yumuşak bedenlerinin korunduğu ender fosil yataklarından biridir. Ahtopot gibi iskeleti olmayan ama etkin hayvanların bedenlerinin günümüze kadar korunma olasılığı çok düşüktür. Çünkü öldükten sonra bedenleri, leşçiller tarafından yenir. Ama La Voulte-sur-Rhône'daki deniz tabanının sıra dışı koşullarında bazı örnekler korunabilmiştir. Buradan çıkartılan fosiller, bilinen ilk gerçek ahtopota aittir.

Orijinal çevre, dalga tabanının hemen altında, yaşamaya pek de olanak tanımayan, yumuşak çamurlu bir deniz tabanıydı. Düşük oksijen düzeyi nedeniyle burada yalnızca birkaç tür hayvan yaşayabiliyordu. Bununla birlikte özel olarak uyarlanmış bazı hayvanlardan da çok sayıda bulunuyordu: Özellikle *Bositra* denen küçük deniztarağı ve –bazen metrekarede 3000 tane bulunabilen– yılanyıldızı *Ophiopinna* çok boldu. Her iki hayvanın da bir dereceye kadar yüzme becerisi vardı. Ama belli ki periyodik olarak kayan çamur yığınlarının altında kalıp boğuluyorlardı. Bulunan fosillerin çoğu yassılaşmıştı. Ama ölü hayvanların çok kısa sürede karbonat yumrularıyla kuşatıldığı bölgelerde üç boyutlu olarak korunabildiler; hem de yumuşak dokuları şaşırtıcı biçimde korunmuş şekilde. Burada, oksijenin daha bol olduğu yüzey sularında yüzen balıkların ve bazı kabukluların da iyi korunmuş fosilleri bulundu.

Yaygın canlılar: çift kabuklular ve yılanyıldızları

İklim: orta enlem sıcak nemli

Biyota: çeşitliliği az, çoğu iyi yüzen deniz hayvanları

1. *Dollocaris*
2. *Rhomboteuthis*
3. *Aeger*
4. *Ophiopinna*
5. *Pholidophorus*
6. *Proteroctopus*
7. *Bositra*
8. *Eryma*

OPHIOPINNA (4) Bu yılanyıldızının kollarında kürek benzeri birtakım dikenlerin varlığı, bu hayvanın da tıpkı günümüz comatulid denizzambakları gibi yüzebildiğini düşündürüyor.



PROTEROCTOPUS (6) Eğer 15 cm genişliğindeki bu ahtopot benzeri kafadanbacaklı gerçek bir ahtopotsa o zaman Palaeoctopodiae'nin bilinen en eski üyesi olacaktır.





BOSITRA (7) Bu küçük deniztarağı, dibi çamurlu durgun sularda ince ve düz kabuklarını kullanıp yüzerek hayatta kalmış olmalı. Bu fosiller genellikle kabukları açık "kelebek" pozisyonunda bulunmuştur.

ERYMA (8) İnce ama güçlü kıskaçları olan, 11 cm boyundaki karides benzeri bu decapod kabuklunun fosilleri karbonat yumrularının içinde ender olarak eksiksiz halde korunmuştur.



İLK DEV DİNOZORLAR

TENDAGURU, TANZANYA

İklim: mevsimlik yağışları olan subtropikal
Biyota: karasal, sürüngen ağırlıklı

O zamanki enlem: 35" Güney
Şimdiki enlem: 10° Güney
Deniz düzeyi: günümüzden 200 m yüksek
Orijinal ortam: akarsuların oluşturduğu kıyı düzlükleri
Çökeller: çamur ve kum
Durumu: kırsal Tanzanya'nın uzak bölgelerinde yüzeylenmiş tabakalar
Korunanlar: aralarında bir bütün halinde korunmuş iskeletlerin de olduğu, iyi korunmuş üç boyutlu kemikler


Dünya, yaklaşık 152 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Tanzanya'nın güneydoğusundaki Tendaguru'dan 1907 ile 1931 arasında çıkartılan 200 tonun üzerinde fosil Almanya'ya gönderildi. Bunlar genellikle çok büyük dinozorların kemikleriydi. Ağustos 1937'de Berlinliler bunlardan birinin Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenen iskeletini görmek için sıraya girmiş bekliyordu. *Brachiosaurus*, 11,87 m yüksekliği ve 22,65 m boyuyla dünyadaki en büyük eksiksiz kara hayvanı fosiliydi.

Bacak kemiklerinden bazılarının boyu 2 m'yi geçiyordu. Böyle uzak bölgelerden bu tür büyük dinozorların fosillerini çıkartabilmek gerçek bir başarıydı. Tendaguru'da daha sonra yürütülen çalışmalar sayesinde Geç Jura'nın subtropikal yaşamına ilişkin olağanüstü bir resim oluşturuldu. Kıyı düzlüklerinin, ırmak ağızlarının ve değişik tuzluluk oranı olan göllerin de aralarında bulunduğu çeşitli ve karmaşık çevrelerin birbirinden farklı ortamlarında bolca yetişen bitki ve ağaçların yanı sıra, bunlarla beslenen dev otçul dinozorlar da vardı. Bu dev sauropodlardan bazıları gür bitki örtüsü ararken bataklıklarda çamura saplanıp kalıyordu. Bunların bacak kemiklerinin fosilleri eski bataklık çamurlarından oluşan kayaların içinde düşey konumda bulunmuştur.

152 milyon yıl önce
Erken Jura Devresi'nin Kimmericiyen Çağı

Yaygın canlılar: bitki polenleri ve otçul dinozorlar

1. paramacellodid kertenkele
2. *Dicraeosaurus*
3. gleicheniacean eğreltiotu
4. *Brachiosaurus*
5. *Rhamphorhynchus*
6. *Tendagurutherium*
7. *Dryosaurus*
8. *Elaphrosaurus*
9. *Barosaurus*
10. *Kentrosaurus*
11. cheriolepidacean iğne yapraklı





BRACHIOSAURUS (4)
Uzun burunlu bir kafatası olan bu dev brachiosauridin sert bitki kısımlarını koparıp parçalamak için keski gibi dişleri vardı. Burun delikleri, 70 cm'lik kubbeli kafatasının üst bölümünde yer alıyordu. *Brachiosaurus*lar bunları aynı zamanda güçlü sesler çıkartmak için de kullanıyordu.

ELAPHROSAURUS (8)
6 m boyundaki bu ceratosaurian theropod şimdiye kadar bulunan tek bir kısmi iskeletten biliniyor. İki bacağı üzerinde hızlı koşacak şekilde uyarlanmış, etçil bir dinozordu.

KENTROSAURUS (10)
5 m'lik boyuyla görece küçük bir otçul dinozor olan stegosaurlar, Tendaguru'da büyük sürüler halinde yaşıyordu. Olasılıkla ağaç yapraklarını yemek için arka ayakları üzerinde –ama çok ağır olduğu için kısa süreliğine– kalkabiliyordu. *Elaphrosaurus* gibi avcılardan korunmak için kalın zırhlarla kaplıydı: Kuyruğunda ve sırtında kemikten uzun dikenleri, omuzlarında da kalın kemik plakaları vardı.



JURA ORMANLARINA KİM HÜKMETTİ?

GUIMAROTA, PORTEKİZ

İklim: nemli subtropikal
Biyota: karasal ve sucul

O zamanki enlem: 20° Kuzey
Şimdiki enlem: 39° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+125 m)
Orijinal ortam: kömür damarı orman bataklıkları
Çökeller: şeyl, kömür ve kireçtaşı
Durumu: kullanılmayan kömür madeni
Korunanlar: bazıları yassılaşmış, bazıları da tam olan iskeletler



Dünya, yaklaşık 152 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Geç Jura'nın bataklık ormanlarına Portekiz'den atılan kısa bir bakış, dinozorlar arasındaki yaşamın çok farklı bir yönünü ortaya çıkardı. O dönemdeki ormanların yoğun bitki örtüsünden oluşan kömürlerin ve yakındaki acı sulu lagünden oluşan kireçtaşlarının arasında on binlerce fosil bulundu. Aralarında deniz kabukluları, böcekler, balıklar, semender benzeri ikiyaşayışlılar, kaplumbağalar, uçan pterosaurlar, dinozorlar, ilkel kuşlar, küçük memeliler ve hatta deniz timsahlarının da bulunduğu çok çeşitli karasal ve sucul canlının fosili çıkartıldı.

Ortaya çıkan faunadan, bu ormanlara 60 cm'lik *Compsognathus* ya da 2 m'lik *Aviatyrannis* gibi dinozorların değil de aslında çok sayıda küçük memeli (26 türden çok tanımlanmıştır), ikiyaşayışlı (9000'in üzerinde fosil çıkartılmıştır) ve kertenkelenin hükmettiği anlaşılıyordu. Memeli fosilleri arasında bulunan ağaçlara tırmanan, fare büyüklüğündeki, uzun kuyruklu, böcekçil *Henkelotherium* iskeleti bütün halde bulunan ilk Jura memelisi iskeletidir. Bu minik hayvan hem marsupiyal hem de plasentalı memelileri içeren therianlar grubunun bilinen en eski üyesiydi. Sayısız diş fosili arasında *Archaeopteryx*'inkiler –bu ilkel kuşun Almanya dışında bulunan ilk fosili– de vardı.

152 milyon yıl önce

Geç Jura Devresi'nin Kimmericiyen Çağı

Yaygın canlılar: yumuşakçalar, böcekler, ikiyaşayışlılar ve kertenkeleler

1. *Saurillodon*
2. *Haldanodon*
3. *Compsognathus*
4. *Celtedens*
5. *Phlebopteris*
6. *Archaeopteryx*
7. *Henkelotherium*
8. *Pagiophyllum*
9. *Baiera*
10. *Klukia*
11. *Lycopodium*
12. paulchoffatiid
13. *Machimosaurus*
14. *Rhamphorhynchus*

HALDANODON (2) Bu küçük docodont memelinin fosilleri 3 cm'den daha büyük olmayan bir çene kemiği ve dişlerden oluşmaktadır. Bulunan iskelet parçalarından, köstebek büyüklüğündeki bu hayvanın yarı sucul olduğu ve oyuklarda yaşadığı, tıpkı günümüz desmanları gibi büyük elleri ve ayakları, kısa ve gür bir kürkü ve küçük gözleri olduğu, ancak kulak delikleri olmadığı anlaşılmıştır.





ARCHAEOPTERYX (6) Guimarota'da bulunan küçük dişlerin ayırt edici sigmoidal şekilleri ve testere gibi ince, keskin kenarları - normalde biraz daha büyük olsalar da - *Archaeopteryx*'in tipik özelliğidir.

HENKELOTHERIUM (7) Ağaçlarda yaşayan fare büyüklüğündeki uzun kuyruklu bu böcekçil hayvan, iskeleti bütün olarak bulunan ilk Jura memelisi ve de bilinen en eski theria üyesiydi.



EVRİM İÇİN ÖNEMLİ BİR FOSİL KANIT

SOLNHOFEN, ALMANYA

İklim: yarı kurak, tropikal, musonlu
Biyota: karasal ve karışık denizel geçişli

O zamanki enlem: 25° Kuzey
Şimdiki enlem: 49° Kuzey
Deniz düzeyi: kararlı (+200 m)
Orijinal ortam: adalar ve kıyı lagünleri
Çökeller: ince taneli kireçli çamur
Durumu: hâlâ kireçtaşı çıkartan birkaç ticari ocak
Korunanlar: yassılaşmış ama iyi korunmuş eksiksiz fosiller ve az sayıda yumuşak doku



Dünya, yaklaşık 151 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Solnhofen'da 1860'ta bulunan bir tüy fosili, kuşların Geç Jura kadar eski dönemlerde yaşadığına yönelik ilk ipucunu vermişti. Ertesi yıl da eksiksiz bir fosil bulunmuş ve ona "eski kanat" anlamına gelen *Archaeopteryx* adı verilmişti. Bulunan örnekte kuş ve sürüngen özelliklerinin ilginç bir karışımı görülüyordu: Kolların ve pençeleşmiş parmak kemiklerinin çevresi asimetrik uçuş tüyleriyle kaplıydı ve uzun kemikli bir kuyruk vardı. Evrimci Thomas Henry Huxley, *Archaeopteryx*'in Darwin'in sürüngenlerle kuşlar gibi büyük hayvan sınıfları arasındaki evrimsel geçiş türlerine (ki genellikle "kayıp halka" olarak bilinir) yönelik savını destekleyen ilk sağlam fosil kanıt olduğunu fark etti. Günümüzde on kadar *Archaeopteryx* örneği gün yüzüne çıkartılmıştır. En az iki türleri olduğu biliniyor. Son keşiflere göre ayaklarında tıpkı deinonychosaurlarınki gibi ikinci bir başparmak vardı. Modern kuşlardaki gibi dalları kavramaya yarayan başparmakları olmadığından *Archaeopteryx* olasılıkla zamanının çoğunu yerde geçiriyor, yalnızca zaman zaman ağaçlara tünüyordu. Kafatası kemiklerinden birinin yapısı kuşlardan çok, öteki theropodlarınkine yakındı. Bu nedenle *Archaeopteryx*, dinozor benzeri ve kuş benzeri özelliklerin karışımını temsil ediyordu.

151 milyon yıl önce
Geç Jura Devresi'nin Kimmericiyen Çağı

Yaygın canlılar: karidesler, balıklar, denizzambakları

COMPSOGNATHUS (2)
1 m boyunda, hızlı koşan bu theropodun bir örneği, midesindeki avıyla "az önce yediği bir gekkotan kertenkele (*Bavarisaurus*)" birlikte bulunmuştu.

1. *Aegirosaurus*
2. *Compsognathus*
3. *Bavarisaurus*
4. *Archaeopteryx*
5. *Rhamphorhynchus*
6. *Ginkgoites*
7. *Mesolimulus*
8. *Leptolepides*





ARCHAEOPTERYX (4)
Bulunan en eski kuş fosili, artık öteki küçük tüylü dinozorlarla birlikte, "avialian maniraptoranlar" denen bir theropod dinozor grubunda sınıflandırılıyor.

MESOLIMULUS (7) Bu atnalı yengeci öldüğü yerde, arkasında bıraktığı izlerin sonunda bulunmuştu. Bu *Mesolimulus*'un lagün sularındaki oksijen azlığından ya da suya karışmış zehirli bir maddeden dolayı ölmüş olduğu düşünülüyor.



BİR JURA LAGÜNÜNDE YAŞAM VE ÖLÜM

SOLNHOFEN, ALMANYA (DEVAMI)

İklim: yarı kurak, tropikal, musonlu

Biyota: karasal ve karışık denizel geçişli

Solnhofen'ın ince taneli, kireçli çamurları yüzlerce yıldır taşbaskılarda kullanılmak amacıyla çıkartılıp işleniyor. Bu çamur Geç Jura'da sık sık muson siklonlarının süpürdüğü kıyı lagünlerinde birikmiş. Fırtınalar sırasında boğulan çeşitli kara hayvanlarının kalıntıları da deniz canlılarının kalıntılarının yanında, oksijensiz deniz çamuru yığınlarında korunmuş. 150 milyon yıllık bu yatağın birkaç yerinde yürütülen kazılardan şimdiye kadar 600 farklı canlı türünden binlerce fosil çıkartıldı.

Ünlü *Archaeopteryx* bir yana Solnhofen canlıları deniz algleri ve karidesler (*Aeger*), balıklar (*Caturus*, *Aspidorhynchus*) ve supyalardan (*Acanthoteuthis*) kara böcekleri (*Tarsophlebia*) ve pterosaurlara (*Pterodactylus*) kadar büyük bir değişkenlik gösteriyordu.

1784'te İtalyan doğabilimci Cosimo Collini, Solnhofen yakınlarındaki Eichstatt'ta kireçtaşı tabakalarında bulunan ve sonra Karl Theodor koleksiyonuna giden *Pterodactylus*'u betimlemiş ve doğru olarak resmetmişti. Collini, hayvanın ne olduğuna ilişkin hiçbir yorumda bulunmamıştı. Ama onun çizimleri üzerinde çalışan Fransız anatomici Georges Cuvier hayvanın taşıdığı sürüngen özelliklerini fark etti ve ona -"kanat" ve "parmak" anlamına gelen Yunanca sözcüklerden oluşan- "pterodactyle" adını taktı.



AEGER (2) 6 cm boyundaki karides benzeri bu kabuklu hayvanın fosili Solnhofen'da en çok bulunan fosillerden biridir. *Aeger*ler Jura denizlerinde de çok yaygındı.

151 milyon yıl önce
Geç Jura Devresi'nin Geç Kimmericiyen Çağı

Yaygın canlılar: karidesler, balıklar, denizzambakları

1. *Tarsophlebia*
2. *Aeger*
3. *Pterodactylus*
4. *Caturus*
5. *Acanthoteuthis*
6. *Cycleryon*
7. *Aspidorhynchus*





PTERODACTYLUS (3)
Kuyruğu kısa olan bu uçan pterosaurun 30 cm'yi bulan bir kanat açıklığı ve çok sayıda keskin, sivri dişi vardı; olasılıkla balıkla besleniyordu.

CYCLERYON (6)
Solnhofen'da bulunan bu deniz tabanı kabuklusunun fosilleri de iyi korunmuştu. 25 cm'lik hayvanın günümüzde yaşayan en yakın akrabaları dikenli, kürklü ıstakozlardır.



GERÇEK JURASİK PARK

MORRISON FORMASYONU, BATI ABD

İklim: mevsimsel kuraklıkların görüldüğü nemli ılıman

Biyota: karasal ve tatlı sularda sucul

O zamanki enlem: 20-40° Kuzey
Şimdiki enlem: 35-42° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+125 m)
Orijinal ortam: çöller, kömür tabakası bataklıkları, ırmaklar, göller
Çökeller: çöl kumundan organik çamura kadar çok çeşitli
Durumu: zengin fosil içeren, çok geniş alanda yüzeylenmiş tabakalar
Korunanlar: üç boyutlu kemikler, bazı bütün iskeletler


Dünya, yaklaşık 150 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Geç Jura Morrison Formasyonu, Montana'dan güneye New Mexico'ya kadar Kayalık Dağlar boyunca uzanan 1,5 milyon km^2'lik bir alanda yüzeye çıkmış tabakalardan oluşan karmaşık bir sistemdir. Burada güneydeki çöllerden kuzeydeki kömür tabakası bataklıklarına kadar çeşitli ortamlar korunabilmiştir. Bu bölgedeki taşkın olasılığı yüksek ırmak ve göller dikkate değer bol miktarda fosil –özellikle de bölgeye ün kazandıran dev sauropod fosillerini– içerir. *Diplodocus* gibi bu tür büyük dinozorların keşfi 19. yüzyılda Amerikalı fosil avcıları Edward Cope ile Othniel Marsh arasında bir rekabetin başlamasına yol açmıştır.

Kuzey Amerika'nın batısının büyük bölümünü sular altında bırakan sığ deniz kuzeye çekilmiş ve geride geniş menderes ovaları, ırmaklar ve çok sayıda bataklık bırakmıştı. Birkaç yılda ya da on-yirmi yılda bir olan döngüsel kuraklıklar, susuz kalan hayvanların su kaynaklarının çevresinde toplanmasına yol açıyordu. Bunların büyük bölümü buralarda ölüyordu. Yağmurların başlamasıyla görülen ani seller de cesetleri süpürüyor ve toplu halde toprak altında kalmalarından önce onları kısmen parçalıyordu. Utah'taki böylesi bir sahada *Camarasaurus*, *Diplodocus*, *Apatosaurus*, *Camptosaurus*, *Stegosaurus*, *Allosaurus* (44 birey) ve iki küçük theropod kalıntısı bulunmuştur.

155-148 milyon yıl önce
Geç Jura Devresi'nin Kimmericiyen Çağı ile Titoniyen Çağı arası

Yaygın canlılar: bitkiler, sürüngenler, ikiyaşayışlılar ve balıklar

1. *Nilssonia*
2. cycadalean
3. *Czekanowskia*
4. *Goniopholis*
5. *Diplodocus*
6. osmundacean
7. *Fruitafossor*
8. *Camarasaurus*





OSMUNDACEAN (6) Bu özel eğreltiotlarının koni şeklindeki gövdeleri tepeye doğru kalınlaşıyor ve tepede yaprak tabanları için bir zemin oluşturuyordu. Fosilleştikleri zaman bu konik yapılar *Osmunda* adını alır.

FRUITAFOSSOR (7) Ekidna benzeri iskeleti ve çivi gibi dişleriyle 10 cm'lik bu memeli hayvan yemek için toprağı kazıp böcek çıkartacak şekilde uyarlanmıştı; belki de yuvasını toprak altında yapıyordu.

CAMARASAURUS (8) 20 m boyundaki, yaygın bulunan bu sauropodun görece büyük bir kafatası ama küçük bir beyni vardı. Keski şeklindeki 52 dişiyle iğne yapraklı ağaçların sert yapraklarını yiyordu.

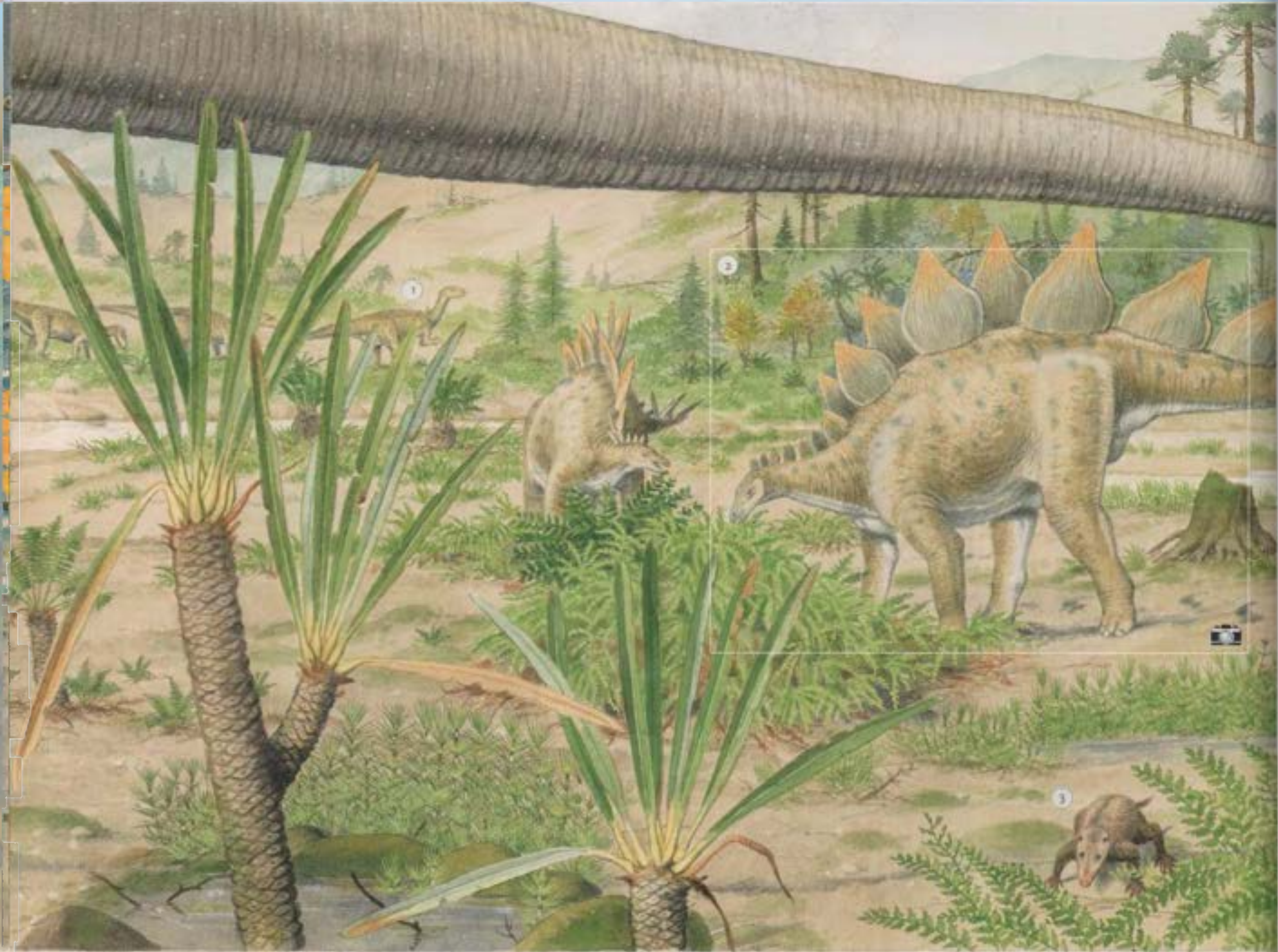


MORRISON EKOSİSTEMİ

MORRISON FORMASYONU, BATI ABD (DEVAMI)

İklim: mevsimsel kuraklıkların görüldüğü nemli ılıman

Biyota: karasal ve tatlı sularda sucul



Morrison Formasyonu tabakalarında yapılan ilk araştırmalar kaçınılmaz olarak büyük dinozorların üzerinde odaklanmıştı; öteki fosiller biraz göz ardı edilmişti. Fosilleri bulunan biyotanın ve çevrelerin değerlendirmeleri o günden bugüne artık daha bütünlüklü yapılıyor. Örneğin Colorado'daki Dry Mesa Dinosaur Quarry'de yalnızca –aralarında dev *Supersaurus* ve *Ultrasaurus*'un da olduğu– 23 çeşit dinozorun kalıntıları değil ama aynı zamanda uçan pterosaurların, sucul timsahların, kaplumbağaların, ikiyaşayışlıların, akciğerli balıkların ve çok sayıda küçük memeli çeşidinin de üzerinde çalışılmıştır.

Bitkilerin yayıldığı bölgelerde karasal bıryofitler, atkuyrukları, sikadlar, eğreltiler, ginkolar ve iğne yapraklılar vardı. Bunlardan iğne yapraklı ağaçlar hem kuru hem de nemli bölgelerde egemendiler ve Orta Jura'dan Geç Jura'ya milyonlarca yıl boyunca Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya kadar en bol bulunan bitkiler oldular. Morrison Formasyonu'nda, Kuzey Amerika'da keşfedilen en eski memeli fosillerinin de aralarında bulunduğu çok sayıda memeli fosili ortaya çıkartıldı. Ama 1998'e kadar bunlar genellikle küçük ve ilkel böcekçillere ait, yalıtılmış dişler ve çene kemikleri şeklindeydi. Ne var ki yakınlarda bulunan *Fruitafossor*, ilk memelilerden bazılarının yer altı oyuklarında yaşayacak şekilde uyarlanmış olduğunu ortaya koydu. Gerçekte *Fruitafossor*'un iskeleti günümüzde Avustralya'da yaşayan ekidnelerinkine (yaşamının büyük bölümünü yerin altında geçiren bir tür memeli) çok benziyordu.

1. *Camptosaurus*
2. *Stegosaurus*
3. *Fruitafossor*
4. *Glyptops*
5. *Diplodocus*
6. *Coniopteris*
7. *Apatosaurus*
8. *Ceratodus*
9. *Allosaurus*

STEGOSAURUS (2) 9 m boyunda, küçük beyinli bu otçul hayvan Geç Jura'da ABD'nin batısında yaygındı. Sırtı boyunca dizili çift sıra halindeki büyük kemik plakaları ve dikenli kuyruğuyla öteki dinozorlardan kolayca ayırt edilebilir. Her biri 1 m'yi bulan sırt plakaları ısı düzenlemenin yanı sıra, savunma amacıyla kullanılıyorken kuyruğun ucundaki 60 cm'lik sivri kemik diken yalnızca savunma amacıyla kullanılıyordu.

155-148 milyon yıl önce

Geç Jura Devresi'nin Kimmericiyen Çağı ile Titoniyen Çağı arası

Yaygın canlılar: bitkiler, sürüngenler, ikiyaşayışlılar ve balıklar





DIPLODOCUS (4) 29 m boyundaki bu sauropodun kalem şeklinde dişleri vardı. Bunlarla eğreltilerin ve kısa boylu bitkilerin yapraklarını sıyırıp koparıyordu.



ALLOSAURUS (9) 12 m'lik bu theropod, en iyi bilinen dinozorlardandır. Morrison ekosisteminde *Allosaur*lar sağlam kafatasları ve güçlü çenelerinden kaynaklanan şiddetli ısırışlarıyla en tepedeki avcılardan biriydi.

TARİHİ BELÇİKA DİNOZORLARI

BERNISSART, BELÇİKA

İklim: kuzey orta enlemleri nemli sıcak
Biyota: karasal

O zamanki enlem: 35° Kuzey
Şimdiki enlem: 51° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: kıyıya yakın kıta bölgeleri
Çökeller: tatlı su göl çamuru
Durumu: 19. yüzyılda kazılarak 300 m'den daha derine inilmiş, ama şimdi su basmış bir kömür madeni
Korunanlar: kil yatakları içinde eksiksiz iskeletlerden oluşan genellikle kusursuz fosiller


Dünya, yaklaşık 127 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Yaklaşık 120 milyon yıl önce Erken Kretase Devri'nde, şimdi Belçika'nın güneyinde kalan Bernissart'ta, çok gür bir bitki örtüsünün içinde büyük, otçul *Iguanodon* sürüleri yaşıyordu. Ne var ki bu dev hayvanlar, kendilerini saran gür bitki örtüsünün aslında zaman zaman kapanan ölümcül bir tuzak olduğunun farkında değildi. Bu kaslı ornithopod dinozorlar için, balıklar, kaplumbağalar ve küçük timsahlarla dolu göllerin suları hiçbir tehdit oluşturmayacak kadar zararsız görünüyordu.

Ama sık sık gerçekleşen ani su baskınları *Iguanodon*ları hazırlıksız yakalıyordu. Çökel kanıtlara göre en azından üç kez sel suları çok sayıda hayvanın boğulmasına neden olmuştu. Cesetler göllere sürüklenmiş ve dibe batarak, soğuk çökeltilerin içinde bozulmadan günümüze kadar korunmuşlardı.

Bernissart'taki iskeletlerin 1878'de keşfi, dinozorların neye benzedikleri yönündeki düşüncelerde devrim yarattı. Çünkü bunlardan bazıları o ana dek bulunan ilk eksiksiz iskeletlerdi. Önceleri 11 m'lik iskeletler yanlış olarak kanguru duruşuna benzer bir pozda yeniden bir araya getirilmişti. Ama artık biliyoruz ki *Iguanodon*lar dört ayakları üzerinde duruyorlardı; kuyrukları da arkada (havada) geriye doğru uzanıyordu. Gerek duydukları zaman arka ayakları üzerine de kolayca kalkabiliyorlardı.

Yaygın canlılar: dinozorlar

128-125 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Barremiyen Çağı ile Apsiyen Çağı arası





1 IGUANODON ATHERFIELDENSIS (1) *Iguanodon*'un 70 cm'lik kafatasında çene kemikleri ve dişleri özellikle sert bitki kısımlarını yiyecek şekilde uyarlanmıştı. Ağzının ön bölümünde hiç diş yoktu. Onun yerine kavisli, keskin, kemiksi bir "gaga" vardı.

1. *Iguanodon atherfieldensis*
2. *Ornithocheirus*
3. *Iguanodon bernissartensis*



2 ORNITHOCHEIRUS (2) Çok bol bulunan ve Avrupa'dan Güney Amerika'ya kadar yayılmış olan bu pterosaurun kanat açıklığı 2,5 m'ydi.



3 IGUANODON BERNISSARTENSIS (3) *Iguanodon*'un ellerinde başparmaklar dikenstleşmişti. Gideon Mantell bunlardan birini yalıtılmış olarak bulduğunda onun günümüz iguanalarının burnundaki şişkinlik olduğunu düşünmüştü. Bu nedenle modeli yapılan ilk *Iguanodon*ların burnuna aslında olmayan böyle bir çıkıntı konmuştu.

MODERN BİYOTA ORTAYA ÇIKIYOR

LIAONING, ÇİN

Volkanik etkinlikler: kül yağmurlu sık patlamalar

Yaygın canlılar: bazı böcekler, semenderler, yarı sucul sürüngenler ve kuşlar

O zamanki enlem: 39° Kuzey
Şimdiki enlem: 41° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+150 m)
Orijinal ortam: yanardağların olduğu kıtasal
Çökeller: tatlı su göl çamurları ve volkanik kül yağmurları
Durumu: Kuzey Çin'de ve Liaoning'in geniş bir bölgesindeki birçok sahada süren kazılar
Korunanlar: yassılaşmış ama bazı yumuşak dokuların korunduğu genellikle kusursuz fosiller



Dünya, yaklaşık 128 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Çin'in kuzeyindeki Liaoning'de Erken Kretase ormanlarında garip ama evrim açısından heyecan verici bir göl vardı. Buradan çıkan olağanüstü iyi korunmuş fosiller ayrıntılı olarak son 20-30 yılda ancak incelenebildi. İncelemelerin sonucunda şaşırtıcı bir tür çeşitliliği ve o dönemki canlıların anatomik ayrıntıları ortaya çıktı. Bu bölgedeki flora ve faunanın, kül ve gaz püskürterek sık sık birçok canlının ölümüne yol açan etkin yanardağların sürekli tehdidi altında olduğu anlaşıldı. Ölen canlıların kalıntıları genellikle göl diplerindeki tortuların arasında birikiyordu.

Bölgeden çıkartılanlar arasında tıpkı kuşlar gibi yuva yapan tüylü dinozorlar, birçok yeni kuş türü ve hatta yavru dinozorlarla beslenen bazı memelilerin fosilleri de vardı. Çıkartılan binlerce fosil sayesinde dinozorlarla kuşların arasındaki bağlantıya ilişkin bilgimizde ve bakış açımızda bir devrim yaşandı. Bunun yanında memelilerin ve bitkilerin evrimi de biraz daha aydınlanmış oldu.

Liaoning'den çıkartılan ve ender rastlanan bir şekilde iyi korunmuş çok sayıda fosil, Erken Kretase yaşamının şaşırtıcı ve egzotik çeşitliliğine açılan bir pencere oldu. Bunun tersine bitkilerin birçoğu iğne yapraklılar, ginkolar ve eğreltiler gibi bilinen kozmopolit yapılarındaydılar. Yine de bunların arasında ilk çiçekli bitkilerden bazıları gibi birtakım sürprizler de yok değildi.

İklim: mevsimlik -yarı kuraktan nemli ılımana
Biyota: çok çeşitli karasal ve tatlı su sucul

128 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Barremiyen Çağı



SINOSAUROPTERYX (4)
1990'lı yılların ortasında bulunan bu temel coelurosaur, Liaoning'de keşfedilen ilk önemli fosillerden biriydi. İskeleti, küçük theropod dinozor *Compsognathus*'unkine çok benziyordu. Ama korunmuş yumuşak dokulardan derisinin kısa, saç benzeri tüylerle kaplı olduğu anlaşıldı. Bulunan ilk tüylü dinozor olduğu için kuşlarla bazı dinozorların ortak bir atadan geldiğini gösteren güçlü bir kanıt olarak kabul edildi.



1. iguanodontid
2. *Callobatrachus*
3. *Ischnidium*
4. *Sinosauropteryx*
5. *Confuciusornis*
6. *Protarchaeopteryx*

CONFUCIUSORNIS (5)
Liaoning'de ilk gagalı kuşların bilinen en eski ve ilkellerinden biri olan *Confuciusornis*'in binlerce örneği bulunmuştur. Bu kuşun ayırt edici uzun kuyruk tüyleri, büyük olasılıkla yalnızca erkeklerinde oluyordu ve çiftleşme gösterilerinde işe yarıyordu.

DİNOZOR YİYEN BİR MEMELİ

LIAONING, ÇİN (DEVAMI)

Volkanik etkinlikler: kül yağmurlu sık patlamalar

Yaygın canlılar: bazı böcekler, semenderler, choristodere sürüngenler ve kuşlar

Liaoning fosillerinin sıra dışı çeşitliliği ve Erken Kretase'deki yaşamın bu denli iyi bir şekilde gözler önüne serilmesi, büyük oranda canlıların ince taneli göl kıyısı ya da göl dibi çamurlarına ani olarak gömülmelerine bağlıdır. Buradaki tortuların düşük oksijen düzeyi, cesetlerin leşçiller tarafından yenmesinin önüne geçmiş ve hatta doğal çürüme sürecini bile engellemiştir. Böylece yumuşak dokular –özellikle de kürk ve tüy gibi sert, keratinli olanlar– korunabilmiştir. Sonuç olarak birçok küçük dinozorun derisinin gerçekte kısmen ya da tümüyle bu tür yapılarla kaplı olduğu ilk kez Liaoning fosilleri sayesinde ortaya çıkmıştır.

Üstelik Liaoning fosilleri, bazı dinozorların yalnızca uçamayan modern kuşlar gibi yuva yaptıklarını değil, aynı zamanda yavrular yumurtadan çıktıktan sonra onlara baktıklarını da kesin olarak kanıtlamıştır. Bir *Psittacosaurus* fosili yumurtadan yeni çıkmış 40 kadar yavrunun yanında oturur halde bulunmuştur –bütün aile olasılıkla volkanik kül yağmuru gibi ani bir felaket sırasında ölmüş olmalıdır.

Bunların da ötesinde, yakın zamanda ilkel memeli *Repenomamus*'un keşfi dinozorların yavrularına neden baktıklarına açıklık kazandırmıştır –belli ki porsuk büyüklüğündeki bu hayvan savunmasız dinozor yavrularıyla beslenen bir avcıydı. Böyle olduğu, midesinde bir *Psittacosaur* yavrusunun kalıntılarıyla birlikte bulunan olağanüstü bir *Repenomamus* fosilinden dolayı biliniyor.



MICRORAPTOR (4) 7,7 cm'lik bu tüylü, minik dromaeosaurid hem kollarındaki hem de bacaklarındaki tüyler nedeniyle benzersizdir. Bu hayvanlar olasılıkla süzülerek uçuyordu.

İklim: mevsimlik –yarı kuraktan nemli ılımana
Biyota: çok çeşitli karasal ve tatlı su sucul

128 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Barremiyen Çağı

1. cicadomorph
2. *Manchurochelys*
3. *Jinzhousaurus*
4. *Microraptor*
5. *Ephemeropsis*
6. *Repenomamus*
7. *Psittacosaurus*
8. *Jeholopterus*
9. *Psittacosaurus* yavruları
10. *Beipiaosaurus*
11. *Dilong*



REPENOMAMUS (6) Alışılmadık biçimde iri, porsuk büyüklüğündeki bu avcı trikonodont ilk memelilerin önceden düşünülenden çok daha çeşitli olduklarının bir başka kanıtını oluşturuyor.





BEIPIAOSAURUS (10) Bu garip görünümlü therizinosaur, 10 cm uzunluğundaki pençeleriyle otçul yaşam tarzına uyarlanmış bir theropod grubunun üyesiydi.

PSITTACOSAURUS (7) Bu dinozorun kafatasındaki papağan gagasına benzeyen kemikten gaga sert bitkileri kesmeye, güçlü yanak dişleri ve sağa sola oynayan alt çene de onları çiğnemeye yarıyordu.

DİNOZORLAR HAVALANIYOR

LIAONING, ÇİN (DEVAMI)

Volkanik etkinlikler: kül yağmurlu sık patlamalar

Yaygın canlılar: bazı böcekler, semenderler, choristodere sürüngenler ve kuşlar

Liaoning'de gerçekleştirilen fosil keşifleri sayesinde tüyler artık yalnızca kuşlara özgü bir özellik olarak görülemeyecek. Bazı theropod dinozorların da tüylü oluşu kuşların gerçekten de küçük theropodlardan türediği görüşünü güçlendiriyor. *Psittacosaurus* gibi bazı ornithischianların kuyruklarındaki kıl benzeri yapılar belki de tüylerle ilişkilendirilebilir. Theropodlar arasındaki *Sinosauropteryx* gibi ilkel coelosaurların da görece basit, ipliksi yapıları olduğu biliniyor. Tüylerin evrimi *Caudipteryx* ve *Protarchaeopteryx* gibi giderek karmaşıklaşan yapılarda izlenebilir.

Tüyler belli ki uçmak için "önceden uyarlanmış"tı -bir başka deyişle önce uçamayan dinozorlarda ortaya çıkmıştı. *Sinosauropteryx*'inkiler gibi ipliksi "prototüyler" tıpkı günümüz memelilerinin tüyleri gibi olasılıkla ısı yalıtımı sağlıyordu. *Protarchaeopteryx*'in kollarındaki tüyler gibi daha karmaşık yapılar, çiftleşme gösterilerinde ya da kamuflaj için kullanılıyor olabilir. Yalnızca *Microraptor*'un ve gerçek kuşların asimetrik tüyleri uçmak için gereken kalkışı sağlayabiliyordu.

Ne var ki Alt Kretase fosillerinin "uçmaya giden gerçek yolu" temsil etmediklerini fark etmek önemlidir. Tüylerle uçuş *Archaeopteryx*lerde görüldüğü gibi zaten Üst Jura'da evrimleşmişti. Çin'deki ve başka yerlerdeki tüyleri olan değişik dinozorlar, tüylerini ya bazı başka amaçlar için kullanıyordu ya da tüyler onlar için eski dönemlerden kalmış işlevsiz yapılardı.



EOMAIA (1) 10 cm'lik bu fosilin dişleri onun bilinen ilk plasentalı memeli olduğunu, leğen kemiğinin yapısı marsupiyal bir memeli olduğunu, bacaklarının oranı da ağaçlara tırmanan bir memeli olduğunu düşündürüyor.

İklim: mevsimlik –yarı kuraktan nemli ılımana
Biyota: çok çeşitli karasal ve tatlı su sucul

128 milyon yıl önce
Alt Kretase Epoku'nun Barremiyen Yaşı

1. *Eomaia*
2. *Sapeornis*
3. *Protarchaeopteryx*
4. *Caudipteryx*
5. *Archaefructus*
6. *Sinodelphys*
7. *Tetraphalerus*
8. *Czekanowskia*
9. *Sinornithosaurus*
10. *Sinosauropteryx*
11. *Jeholodens*



SAPEORNIS (2) Bu büyük (30 cm'lik) ilkel Alt Kretase kuşu olasılıkla tohumlarla ve meyvelerle besleniyordu. Uzamış ön bacakları onun uçan değil de süzülen bir hayvan olduğunu gösteriyor.



ARCHAEFRUCTUS (5) Bu, erkek ve dişi üreme organları aynı bireyde olan belki de ilk kapalıtohumlu (çiçekli) bitkidir.

JEHOLODENS (11) 8 cm'lik bu trikonodont memelinin tam bir iskeleti bulunmuştur ve görece ilkel arka bacaklarına karşın gelişmiş ön bacaklarının olduğunu gösterir.



KÜÇÜK MEMELİLERİN YÜKSELİŞİ

KHOOVOR, OVORHANGAI, MOĞOLİSTAN

İklim: kuzeyin sıcak ve kurak kuşağı
Biyota: karasal

O zamanki enlem: 25° Kuzey
Şimdiki enlem: 46° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+175 m)
Orijinal ortam: ırmaklar, deltalar ve göller
Çökeller: suların sürüklediği kum, alüvyon ve çamur
Durumu: Moğolistan çölünün uzak bir bölgesindeki saha
Korunanlar: üç boyutlu ve yalıtılmamış küçük memeli kemikleri ve bazı eksiksiz dinozor kalıntıları


Dünya, yaklaşık 112 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Erken Kretase Khoovor faunası, bölgeye düzenlenen Sovyet-Moğol keşif gezileri sırasında keşfedilmiş ve buradan, bir zamanlar suların çökeltilerinde biriken çok sayıda hayvan kalıntısı çıkartılmıştır. Bu çökeltiler ırmaklarda ve onların boşaldığı göl kıyılarındaki deltalarda oluşmuştu. Yıkama ve elekten geçirme işlemlerinin sonucunda birçoğu symmetrodont ve trikonodont çene kemiği parçası ve dişi olan 500 kadar küçük memeli fosili elde edildi. Memeliler bazen aniden gerçekleşiveren taşkınlar sırasında boğularak ölmüş olmalı. Kalıntıları ırmak sularınca taşınıp akıntının yavaşladığı göl ağızlarındaki deltaların dibinde birikmişti.

Elde edilen fosillerden 17 çeşit memeli tanımlandı. Bunlar bazı ilkel hayvanlardan, eutherianların kabul edilen ilk örneği olan *Prokennalestes* gibi daha gelişmişlere ve garip şekillerde özelleşmiş bazı türlere kadar değişiyordu. Montana'da bulunana çok benzeyen bir eutrikonodont, kıtalar arasındaki fauna bağlantısını gösteriyordu. Kıtalararası ilişkiler, Belçika'da bulunan otçul dinozor *Iguanodon bernissartensis* (*bkz.* 148. sayfa) ve Liaoning'de bulunan daha küçük *Psittacosaurus* (*bkz.* 152. sayfa) gibi başka kozmopolit hayvanlar üzerinden de ortaya konmuştur.

Yaygın canlılar: küçük memeliler ve dinozorlar

112 milyon yıl önce

Erken Kretase Devresi'nin Apsiyen Çağı ile Albiyen Çağı arası

1. *Nilssoniopteris*
2. eutrikonodontid
3. *Balera*
4. *Kielantherium*
5. *Araucaria*
6. *Shamosaurus*
7. *Iguanodon*
8. *Psittacosaurus*
9. *Sparganium*
10. *Prokennalestes*
11. *Pterophyllum*
12. *Lycoptera*

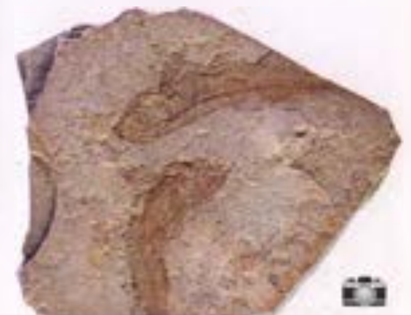


KIELANTHERIUM (4) Yalnızca bu sahadan çıkan kalıntılarla tanımlanan bu minik Erken Kretase "tribosphenidan"ı, therian memelilerin kökenine yakın bir hayvandı.



PSITTACOSAURUS (8) Boyu 2 m'yi bulan bu ceratopsian yalnızca Asya'daki kazı sahalarında bulunabilmiştir. Kilosunun 9 yılda en çok 20 kg'a ulaştığı düşünülüyor -günümüz sürüngenlerinden dört kat daha hızlı, ama günümüz keselilerinden de dört kat daha yavaş.

LYCOPTERA (12) 10 cm'lik bu ilkel osteoglossomorph teleost fosili belki de günümüz teleost balıklar grubunda yer alabilecek en eski balığa aittir.



ERKEN KRETASE'DE BİR GÖL ORTAMI

CRATO FORMASYONU, ARARİPE ÇANAĞI, BREZİLYA

İklim: güneyin sıcak ve kurak kuşağı

Biyota: karasal ve sucul

O zamanki enlem: 12° Güney
Şimdiki enlem: 7° Güney
Deniz düzeyi: yüksek (+175 m)
Orijinal ortam: tatlı su lagünleri ve ırmak deltaları
Çökeller: çamur, alüvyon, kum ve karbonatlar
Durumu: 1999'da Dünya Mirası Sahası olması önerildi
Korunanlar: yassılaşmış ama yumuşak dokulu fosiller



Dünya, yaklaşık 112 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Son 20 yılda Brezilya'daki Crato tabakalarında Erken Kretase'den kalma 200 dolayında yeni tür keşfedildi. Bunların arasında 100'ün üzerinde böcek türü, 11 araknid türü ve 9 balık türü; ayrıca ender görülen bazı kaplumbağalar, kertenkeleler, pterosaurlar, bitkiler, bir kuş ve dinozorlara ya da kuşlara ait olabilecek tüyler vardır.

110 milyon yaşındaki fosiller, fosfatın içinde öyle güzel korunmuşlardı ki kas ve yüzgeç gibi yumuşak dokuların anatomik ayrıntıları bile görülebiliyordu. Bu sahada bulunan fosillerin çoğu organize bir kazı çalışmasında değil, ticari maden ocaklarının ve koleksiyoncuların etkinlikleriyle gün yüzüne çıkartılmıştı. Ama taşıdığı zengin fosil potansiyeli nedeniyle bu bölgenin 1999'da Dünya Mirası Sahası olarak kabul edilmesi önerilmiştir.

Buradaki fosil yataklarının keşfi 19. yüzyıla kadar uzanır. İlk olarak Alman doğabilimciler Johann Spix ve Carl Friedrich Martius kuzeydoğudaki Ceara bölgesinde balık fosili içeren yumrular bulmuşlardı.

Fosiller Araripe Çanağı diye bilinen çok daha büyük tortul tabakaların bir parçasını oluşturan Chapada do Araripe yaylasının yaklaşık 800 m yüksekliğindeki yamaçlarında yüzeye çıkan tabakalarda bulunmuştur. İsviçreli balık fosili uzmanı Louis Agassiz, 1840'ta burada yedi yeni balık fosili tanımlamış ve onların Kretase'den kaldıklarını fark etmişti.

145,5 … 65,5

Yaygın canlılar: böcekler, bitkiler, balıklar

112 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Geç Apsiyen Çağı

1 *Welwitschiostrobus*
2 *Irritator*
3 *Santanmantis*
4 *Ruffordia*
5 *Tapejara*
6 *Baeocossus*
7 nymphaealean
8 *Cretofedtschenkia*
9 belostomatid
10 *Lindleycladus*
11 *Cretaraneus*
12 *Tettagalma*
13 *Ludodactylus*
14 *Dastilbe*





NYMPHAEALEAN (7) Yaygın bulunan, geniş yapraklı ve sürünen rizomlu bu su bitkisi bilinen en eski kapalıtohumlu (çiçekli) kladlarından birindendir.

CRETARANEUS (11) Bu Crato örümceği, bölgede ilk tanımlanan fosillerden biridir. Burada bulunan yüzlerce örnek sayesinde bilinen bir türdür.



LUDODACTYLUS (13) 4 m kanat açıklığı olan bu pterodactylin alt çenesindeki yaprak kalıntısı belki de onun ölümüne yol açmıştı.

ÇİÇEKLİ BİTKİLERLE BÖCEKLER EVRİM GEÇİRİYOR

CRATO FORMASYONU, ARARIPE ÇANAĞI, BREZİLYA (DEVAMI)

İklim: güneyin sıcak ve kurak kuşağı

Biyota: karasal ve sucul

Crato tabakaları sığ ve durgun bir tatlı su gölünün tabanında oluşmuştu. Bu göl hem ilk çiçekli bitkilerin de içinde bulunduğu gür bir bitki örtüsüyle hem de büyük bir çeşitlilik gösteren karasal ve yarı sucul canlılarla kuşatılmıştı. Fosil yatağında balıkların yanı sıra, bu fauna ve floranın kalıntıları da bulundu.

Bugün fosil içeren kayalara yönelik çalışmalar, 50-60 m kalınlığında, daha aşağıda ve daha eski olan Crato Formasyonu ile daha yukarıdaki genç Santana Formasyonu olmak üzere iki koldan yürütülüyor. Değerli fosiller birçok küçük ocaktan, özellikle de daha alttaki Crato Formasyonu'nun yapraklı yapıdaki çamurtaşını işleyen ocaklardan çıkartılıyor. Bu tabakalar aslında kaldırım taşı olarak kullanılıyor ve bu bölgede kayaları kırıp dilimleyen ticari bir işletme de dünyanın en dikkat çekici Kretase böcek fosillerini ortaya çıkartıyor.

Yeni çeşitlenmeye başlayan çiçekli bitkilerin yanında bu kadar çok böcek fosilinin de bulunması bunların birlikte evrim geçirdiğine ilişkin bir bakış açısı oluşturuyor. Artan böcek çeşitlenmesinin, yeni besin kaynaklarının -özellikle bitkilerin böcekleri kendilerine çekerek erkek üreme organlarındaki polenleri dişi üreme organlarına taşımaları için geliştirdikleri araçlardan biri olan balözünün- ortaya çıkmasıyla bir bağlantısı var gibi görünüyor. Örneğin günümüz welwitschioidlerinin erkek çiçeklerinin balözü damlaları ve ayırt edici kokusu, belki de Erken Kretase'de geliştirilmiş özellikler olabilir.

Bütün olarak ele alındığında Crato'nun, güney yarımküredeki Gondwana süper kıtasının Kretase ekosistemine açılan çok net bir "pencere" olduğu söylenebilir.



BAISOPARDUS (3) Kanat açıklığı 10 cm olan bu sinek en büyük neuropteranlardan olan avcı bir myrmeliontiformdur.

Yaygın canlılar: böcekler, bitkiler, balıklar

112 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Geç Apsiyen Çağı

1. myrmeliontid
2. ephedroid (dişi)
3. *Baisopardus*
4. *Cladocyclus*
5. *Protoischnurus*
6. *Tapejara*
7. *Cratoraricrus*
8. *Britopygus*
9. *Araripeliupanshania*
10. *Susisuchus*
11. ephedroid (erkek)
12. *Arariphyrnus*
13. *Ruffordia*



CLADOCYCLUS (4) Bir metre boyundaki bu balık, soyu tükenmiş teleost ichthyodectiformların en yaygın olanıydı. Geç Jura ile Geç Kretase arasında bütün denizlere yayılmıştı ve düşük tuzluluk oranlarını tolere edebiliyordu.

SUSISUCHUS (10)
1 m'lik bu neosuchian olasılıkla Crato lagününde değil de onun çevresinde yaşamıştı. İlk crocodilianlardan biriydi. Günümüz timsahları gibi derisinde zırhları vardı. Benzer temel eusuchianların Antarktika üzerinden Güney Amerika'ya bağlı olan Avustralya'da Orta Kretase'de bulunması, modern crocodilianların Gondwana'da ortaya çıkmış olabileceğini düşündürüyor.



SUBPOLAR KIŞLARININ DİNOZORLARI

DİNOZOR KÖRFEZİ (DINOSAUR COVE), VICTORIA, AVUSTRALYA

İklim: güneyin yüksek enlemlerinin ılıman, nemli kuşağı
Biyota: baskın olarak karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 75° Güney
Şimdiki enlem: 38° Güney
Deniz düzeyi: yükseliyor (+175 m)
Orijinal ortam: geniş ırmak yatakları ve taşkın ovaları
Çökeller: kumtaşı ve kemik konglomerası
Durumu: kemik içeren konglomera sahadan artık tümüyle çıkartıldı
Korunanlar: üç boyutlu ve bir arada kemik malzemesi



Dünya, yaklaşık 110 myö



Günümüzdeki fosil sahası

1904'te Melbourne'ün 200 km güneybatısında Erken Kretase'den kalma kıyısal kumtaşlarının arasında küçük bir theropod dinozor pençesi bulundu. Ama 1970'li yıllara kadar bugün Dinozor Körfezi diye anılan yerde başka hiçbir kalıntı bulunamadı. Yeniden keşfedildikten sonra bu eski ırmak yatağı yamaca doğru tünel oluşturacak şekilde kazıldı. Çoğu küçük otçul ornithopod dinozora ait birkaç bin kemik fosili çıkartıldı. Aralarında daha önce New South Wales'deki Lightning Ridge'de bulunan *Fulgurotherium* kalıntılarının yanı sıra, iki yeni cins –*Leaellynasaura* ve *Atlascoposaurus*– de vardı. O dönemde Dinozor Körfezi, Güney Kutup Dairesi'nin oldukça içinde kalıyordu. Bu nedenle kışın büyük bölümünde daha az gün ışığı alıyor ve sıcaklıklar da daha düşük oluyordu –dönemin oksijen izotopları üzerinde yapılan çalışmalardan yıllık ortalama sıcaklıkların -6°C ile 5°C arasında değiştiği anlaşıldı. Kimileri, bu koşullarda hayatta kalabildiklerine göre dinozorların sıcak kanlı hayvanlar olabileceğini ileri sürmüştü.

Bilinen son ikiyaşayışlı temnospondyl olan *Koolasuchus*, buranın coğrafi yalıtılmışlığı ve soğuk suya dayanıklılığı nedeniyle daha uzun yaşamış olabilir. Günümüz semenderleri de -2°C'lik sularda etkin bir yaşam sürebilir.

145.5 65.5

Yaygın canlılar: bitkiler

110 milyon yıl önce
Erken Kretase Devresi'nin Albiyen Çağı

1. sphenopterid
2. *Bishops*
3. *Gingkoites australis*
4. *Leaellynasaura*
5. sphenopterid
6. *Koolasuchus*
7. *Taeniopteris*

BISHOPS (2) Yakınlarda keşfedilen bu Gondwana'lı australosphenid memelinin ilkel çene yapısı, yumurtlayan monotremlerin türediği kladın temsilcilerinden biri olabileceğini düşündürüyor.







LEAELLYNASAURA (4) 1 m boyundaki bu temel euornithopod yıkılmış kemiklerden ve eksik bir kafatasından tanımlanmıştır. Büyük görme lobu, olasılıkla her yıl aylar süren karanlık dönemde yaşayabilmek için geliştirilen bir uyarlanma özelliğiydi.

KOOLASUCHUS (6) 4 m'lik bu temnospondylin 50 cm'lik yassı ve geniş bir başı vardı. Çenelerinde 10 cm boyunda 100'ün üzerinde diş bulunurdu. Gözleri başının üstünde olan bu hayvan, olasılıkla sığ bir ırmağın tabanındaki çamurda pusuya yatarak avlanan bir avcıydı.

KUTUP SERASINDA YAŞAM

HUGHENDEN, QUEENSLAND, AVUSTRALYA

İklim: güneyin yüksek enlemlerinde ılıman, nemli

Biyota: kıyısal deniz ve karasal

O zamanki enlem: 66° Güney

Şimdiki enlem: 20° Güney

Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)

Orijinal ortam: kıyısal deniz ve karasal

Çökeller: sığ deniz ve ırmak

Durumu: Orta Queensland'in batısı boyunca yayılmış sahalar

Korunanlar: karbonat yumrularında bulunan çok sayıda kemik fosili



Dünya, yaklaşık 105 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Kutbun hemen altında yer almasına karşın, gür bir bitki örtüsü bulunan Avustralya'da Erken Kretase'de dinozorlar dolaşıyordu. Yükselen denizler kıtaların iç bölgelerinde sığ denizlerin oluşmasına yol açmıştı. Böylece kuru bölge olarak geriye Batı Avustralya'nın güneyindeki Kimberley bölgesi ve Queensland'in doğusu kalmıştı.

117 milyon yıl önce en yaygın oldukları dönemde bu deniz yollarında, yeni evrimleşmiş teleost kemikli balıklarıyla beslenen, 13 m boyundaki pliosaur *Kronosaurus* gibi çok iyi avcı olan deniz sürüngenleri kol geziyordu. Ne var ki 99 milyon yıl önce bu denizler geri çekilmeye başladı.

O dönemde Avustralya, parçalanmakta olan süper kıta Gondwana'nın hâlâ bir parçasıydı ve aynı zamanda Antarktika'ya da bağlıydı. Hatta Güney Kutup Dairesi'ne yakın olmasına karşın iklim ılımandı ve Güney Avustralya ve Antarktika'da sıcaklıklar donma noktasıyla 12°C arasında değişiyordu. Yıllık yağışlar, metrekareye 750-1150 mm gibi yüksek bir düzeydeydi.

Bu nem nedeniyle geniş ırmakların yanı sıra, kaplumbağalarla *Neoceratodus* gibi akciğerli balıkların bulunduğu göller oluşmuştu. Bunların da çevresi gür bir bitki örtüsüyle kuşatılmıştı. Burada araucarian çamlar, ginkolar ve podocarpların altında yosunlar, eğreltiler ve sikadlar yetişiyordu. Ağaçların arasında da *Minmi* ve *Muttaburrasaurus* gibi otçul dinozorlar dolaşıyordu.

145.5 — 65.5

Volkanik etkinlikler: kıyıların açıklarındaki adalardaki yanardağlar

Yaygın canlılar: bitkiler ve balıklar

105 milyon yıl önce

Erken Kretase Devresi'nin Albiyen Çağı

1. *Minmi*
2. *Muttaburrasaurus*
3. *Kronosaurus*
4. *Platypterigius*



➲ MINMI (1) 3 m boyundaki bu thyreophoran ankylosaur ekvatorun güneyinde keşfedilen ilk zırhlı dinozordu. Baş aşağı bulunan bir bütün halindeki fosilinin belinde, çok sayıda küçük (5 mm) kemik çıkıntı vardı. Gövde zırhında da -büyük olanlar omuz ve bacaklarda olmak üzere- elips şeklinde kemik plakalardan oluşan sıralar bulunuyordu. Zırh plakaları destekleyen kemik çıkıntılar omurga boyunca uzanıyordu. Ne var ki kafasında zırh ve kuyruğunda da büyük bir diken olduğunu gösteren hiçbir kanıt yoktu.

➲ MUTTABURRASAURUS (2) 10 m'lik bu ornithopod temel iguanodontianlara yakın bir hayvandı. Güçlü bacaklar ve dikenleşmiş başparmak bu grubun ayırt edici özelliğiydi. En sıra dışı özelliği burnunun ucunda bulunan şişkinlikti. Orijinal örneklerden koleksiyoncularca çıkartılan bazı parçalar sonradan yerlerine konmuştur.



GONDWANA'NIN PARÇALANMASINDAN SONRA

NEUQUÉN, PATAGONYA, ARJANTİN

Volkanik etkinlikler: dalma-batmayla ilişkili, batıya doğru volkanik etkinlikler

Yaygın canlılar: küçük ve orta boy sürüngenler

O zamanki enlem: 55° Güney
Şimdiki enlem: 39° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+200 m)
Orijinal ortam: ırmakların, deltaların ve göllerin olduğu karasal
Çökeller: ırmak kumtaşları, alüvyon ve çamur
Durumu: her ne kadar görece yalıtılmış bir yerde olsa da hem turistleri hem de fosil avcılarını çekmektedir
Korunanlar: bazıları eksiksiz iskeletler olan çok sayıda tetrapod kalıntısı



Dünya, yaklaşık 98 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Son 20-30 yılda Mesozoyik'in karasal yaşamına yönelik yeni keşifler açısından en heyecan verici yerlerden biri Güney Amerika'daki Patagonya oldu. Neuquén Havzası'ndaki bir dizi fosil yatağında bol miktarda yeni tetrapod kalıntısı bulundu. Bunlar sphenodontidler, crocodiliformlar ve ilkel bacaklı yılanlar gibi küçük ve orta boy sürüngenlerin, memelilerin ve ender görülen bazı dinozorların bütün halindeki iskeletleriydi.

Dinozorlar arasında carcharodontosaurid denen dev, avcı tetrapodlar, rebbachisaurid sauropodlar, titanosaur sauropodlar ve bir de yeni dromaeosaurid vardı. Bu fosillerin benzersiz doğası, Gondwana ile Lavrasya biyotalarının bu dönemde ayrıldığı ve Kretase'nin geri kalanında da paralel bir evrim geçirdikleri görüşünü destekliyordu.

Senomaniyen'in sonu Gondwana'da yaşayan birçok dinozor türü için –özellikle de saurischianlar için– bir dönüm noktası oldu. Neuquén Havzası'nda yaşayan giganotosaurine grubundan bütün carcharodontosauridlerin Güney Amerika'ya özgü türler olduğu anlaşılıyor. Kara bağlantısı olduğu zamanlarda bile Afrika'ya geçmeyen bu hayvanların yaklaşık 90 milyon yıl önce soyları tükendi.

98 milyon yıl önce

Geç Kretase Devresi'nin Senomaniyen Çağı

İklim: güneyde sıcak, yarı kurak ve nemli

Biyota: karasal

1. *Buitreraptor*
2. *Andesaurus*
3. *Giganotosaurus*
4. *Anabisetia*





BUITRERAPTOR (1)
1 m boyundaki bu dromaeosauridin *Velociraptor*'unkine benzeyen ama dişleri çentikli olmayan bir ağzı vardı. Gondwana'daki dromaeosaurların soyundan geliyorlardı -Lavrasya'dan kopmayı gösteren bir başka örnek.





ANDESAURUS (2)
Tek parça halinde bulunan iskeletinden tanımlanan 30 m boyundaki bu titanosaurun omurlarında, omur boyunun 1,5 katı uzunlukta, sıra dışı çıkıntılar vardı.

GIGANOTOSAURUS (3)
Bu büyük avcı carcharodontosauridin 1,6 m boyunda dev bir kafatası, çıkıntılı omurları, büyük elleri ve güçlü bacakları vardı.

DİNOZOR YUVALARI

NEUQUÉN, PATAGONYA, ARJANTİN (DEVAMI)

Volkanik etkinlikler: dalma-batmayla ilişkili, batıya doğru volkanik etkinlikler

Yaygın canlılar: dinozorlar

Neuquén Havzası'nda Auca Mahuevo bölgesindeki birkaç kilometrekarelik alanda yuvalarında duran, binlerce sauropod yumurtası bulundu. Her ne kadar çoğu parçalanmış olsa da bazıları içlerindeki dinozor embriyonlarıyla birlikte fosilleşmişti. Titanosaur yumurtası oldukları anlaşılan bu şaşırtıcı fosiller, büyük sauropodların yuvalama alışkanlıklarına ilişkin bir fikir veriyordu.

85 m kalınlığında kum, alüvyon ve çamurkayasından oluşan Anacleto Formasyonu'nda yumurta içeren dört ayrı "ufuk" bulunuyordu. Yumurtalar bir ırmağın geniş taşkın düzlüğüne iklimin yarı kuraktan yarı nemliye ani olarak geçtiği bir dönemde, değişik zamanlarda bırakılmıştı. Batıya doğru ilerleyen jeolojik etkinlikler yanardağların ve dağların oluşmasına ve böylece bölgenin Pasifik'ten yalıtılmasına yol açtı; böylesi yüksek bölgelerden doğan ırmaklar da büyük miktarda çökeltiyi havzaya taşıdı.

Yuvalarda 20-40 arasında değişen sayıda yumurta vardı. Yumurtalar herhangi bir düzen gözetilmeden bırakılmıştı. Yine de bazıları yaklaşık 1 m'lik oyuklara yerleştirilmişti. Yuvaların sayısına bakılırsa, sürü halinde dolaşan çok sayıda dişi her seferinde aynı yuvalama bölgesinde yumurtluyordu. Yetişkinlerin büyüklükleri ve yuvaların birbirine yakınlığı göz önüne alındığında yumurtalar bırakıldıktan sonra onlara ya çok az ilgi gösterildiği ya da hiç gösterilmediği anlaşılıyordu –aynı anda tüm yetişkinlerin yavrularıyla ilgileneceği kadar yer yoktu.



YUVADAKİ YUMURTALAR (1) Yalnızca 65 m²'lik bir yumurtlama alanı içinde her biri 12-15 cm çapında 500'ün üzerinde yumurta fosili bulunmuştu.

İklim: güneyde sıcak, yarı kurak ve nemli
Biyota: karasal

84-80 milyon yıl önce
Geç Kretase Devresi'nin Kampaniyen Çağı

1 *Argentinosaurus*
2 *Aucasaurus*



YUMURTADAN ÇIKMIŞ YAVRULAR (1) Hâlâ yumurtanın içinde olan embriyonlar üzerinde yapılan ölçümlere göre bebek dinozorlar yumurtadan çıktıklarında 25 cm kadar oluyorlardı –yetişkinlerin boyu ise 40 m kadardı.



EMBRİYON DERİSİ (1) Doğmamış bebek dinozorların derilerinde de tıpkı yetişkin dinozor fosillerinin derilerindeki pulların oluşturduğu üst üste binmeyen tüberküler desenlere benzeyen desenler vardı.



ARGENTINOSAURUS (1) Dev bacak kemikleri ve 1 m'ye yakın büyüklükteki omurlar, bu muazzam sauropodun ağırlığının 90 ton kadar olduğunu gösteriyor –bunlar belki de gelmiş geçmiş en ağır dinozorlardı.



AUCASAURUS (2) Yumurtaların bulunduğu tabakadan 25 cm yukarıda bulunan 4 m boyundaki bu theropod, *Carnotaurus*la akrabalığı olan bir abelisauriddi.

MOĞOLİSTAN'DA GEÇ KRETASE YAŞAMI

UKHAA TOLGOD, MOĞOLİSTAN

Yaygın canlılar: kertenkeleler, memeliler ve ceratopsian dinozorlar

O zamanki enlem: 10° Kuzey
Şimdiki enlem: 44° Kuzey
Deniz düzeyi: çok yüksek (+225 m)
Orijinal ortam: yarı kurak çölde geçici ırmaklar
Çökeller: kum, alüvyon ve çamur
Durumu: uzak çöl bölgelerinde dağınık sahalar
Korunanlar: çoğu eksiksiz iskeletlerden oluşan üç boyutlu fosiller



Dünya, yaklaşık 80 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Moğolistan'ın Gobi Çanağı'ndaki fosil hazineleri, ilk olarak Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nden Roy Chapman Andrews 1920'li yıllarda bölgeye bir dizi keşif gezisi düzenlediğinde ortaya çıkmıştı. O günden beri buradaki Geç Kretase dinozor ve memeli fosillerinin bulunduğu yataklarda yürütülen uluslararası kazılarda birçok kazı sahası açıldı. Nemegt Havzası'ndaki Ukhaa Tolgod'da 200 dolayında dinozor iskeletinin yanı sıra, olağanüstü çeşitlilikte küçük memeli ve 1400 kadar kertenkele fosili ortaya çıkartıldı. Bütün halinde kafataslarının ve iskeletlerin de aralarında bulunduğu 1000 dolayında memeli fosilinden, şu anda soyu tükenmiş olan çoktüberküllülerin o dönemde therianların (plasentalı ve marsupiyal memelilerin ortak ataları) dokuz katı kadar çok olduğu anlaşılıyor.

Çökellerden görüldüğü kadarıyla o dönemde saha kumullarla kaplıydı; kısa süreli taşkın ovası oluşturan bir ırmak boyunca zaman zaman geçici bir vaha ortaya çıkıyordu. Tabanı bataklık bir göle dökülen ırmağın kıyılarında küçük ağaçlar ve çalılar yetişiyordu. Üstünde bitkilerin yetiştiği bazı sabit kumullarda memeliler ve küçük sürüngenler yer yer oyuklar açmıştı. Hayvanların yaşadığı su kenarlarına, büyük kumul tepelerinden rüzgârın biriktirdiği gevşek kumların kayması sonucunda birçok hayvan gömülmüştü. Bunların kalıntılarının yanı sıra, kumulların üzerinde kalan bazı ayak izlerinin de fosilleri bulunmuştu.

İklim: kuzeyin sıcak kurak kuşağı
Biyota: karasal tetrapodlar

80 milyon yıl önce
Geç Kretase Devresi'nin Kampaniyen Çağı

1. *Pinacosaurus*
2. *Zalambdalestes*
3. *Kryptobataar*
4. *Protoceratops*
5. *Estesia*
6. *Mononykus*
7. *Saurornithoides*





ZALAMBDALESTES (2)
24 cm boyundaki bu memelinin marsupiyallerin ve monotremlerinkine benzeyen epipubis kemikleri vardı; ancak çene kemiği ve kafatası plasentalı hayvanlarınkine benziyordu.

KRYPTOBATAAR (3) 25 cm boyundaki çoktüberküllü bu hayvanın 150'den çok örneği çıkartılmıştır. İskeletinde hâlâ birtakım ilkel özellikler kalmıştı; bunlar arasında en dikkat çekici olan ona sıçramalı asimetrik bir yürüyüş sağlayan yayılmış duruşuydu.

PROTOCERATOPS (4) Çıkartılan 100'ün üzerindeki iskeletten tanınan 2 m'lik bu otçul ceratopsian, dört ayağı üzerinde yürüyordu. *Psittacosaurus*tan daha gelişmişti; ama dinozorlar dünyasının sonlarında yaygın olan daha büyük ceratopsianlarınki gibi genişlemiş burun delikleri ve burun boynuzu yoktu.





DİNOZORLARIN YAVRULARINI BÜYÜTME BECERİLERİ

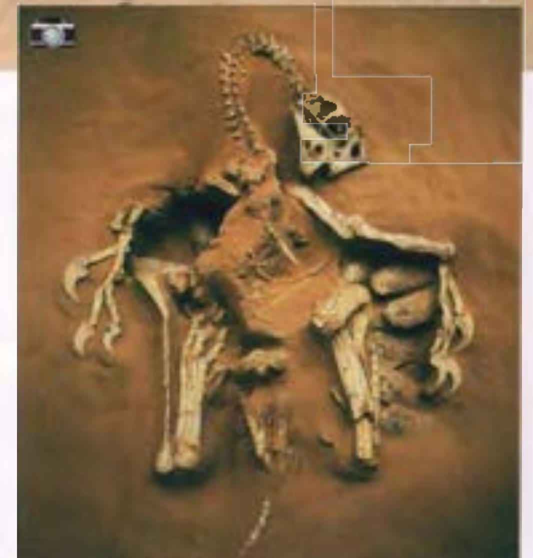
UKHAA TOLGOD, MOĞOLİSTAN (DEVAMI)

Yaygın canlılar: kertenkeleler, memeliler ve ceratopsian dinozorlar

Ukhaa Tolgod'daki son keşifler Roy Chapman Andrews'un bir başka Moğolistan kazı sahasında (Flamming Cliff olarak da bilinen Bayn Dzak'ta) gerçekleştirdiği en ünlü keşfine yönelik yorumları alt üst etti. Andrews, o sahadaki en yaygın dinozor olan otçul *Protoceratops*a ait olduğu sanılan bir yuva dolusu yumurta keşfetmişti. Yuvanın hemen yanında da kuş benzeri bir theropodun (sonradan *Oviraptor* "yumurta hırsızı" olarak adlandırıldı) kalıntılarını bulmuştu. Bu bulgulardan yola çıkılarak *Oviraptor*un yumurtaları çalmak üzere olduğu düşünüldü.

Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin 1993'te bölgeye düzenlediği bir başka keşif gezisinde yine yumurta dolu bir yuva bulundu -yumurtalardan birinin içinde bir embriyonun minik kemikleri duruyordu. Hayvanın hemen yanında da keskin dişleri olan iki küçük theropod avcının kafatasları vardı. Ayrıntılı incelemelerin sonucunda embriyonun önceden sanıldığı gibi *Protoceratops*lara ait olmadığı, aslında bir *Oviraptor* olduğu anlaşıldı. Sonra da Andrews'un bulduğu hayvanın gerçekte yumurtaları çalmadığı, fakat kendi yuvasını hırsız *Protoceratops*lara karşı koruduğu ortaya çıktı.

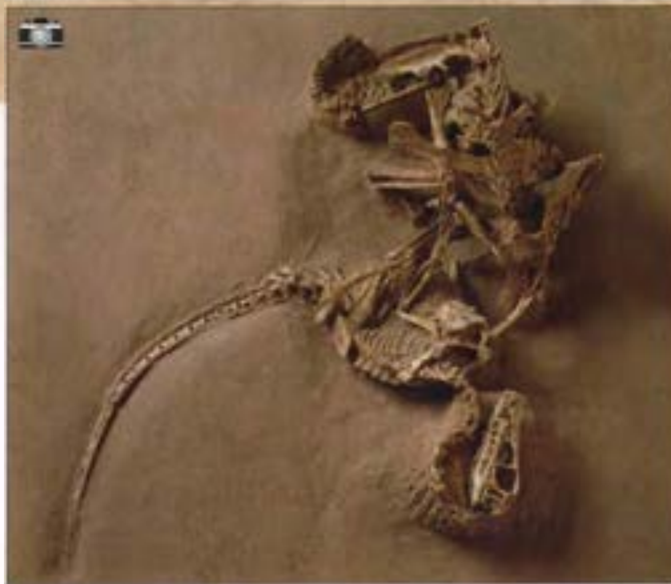
Küçük theropodların da birer dromaesaurid olduğu ve yumurtadan çıkan *Oviraptor* yavruları için yiyecek oldukları fark edildi. "Yumurta hırsızı"nın yanlış tanındığını kanıtlayan başka bir kanıt da yetişkin bir *Oviraptor*un tıpkı günümüz tavuklarının yaptığı gibi yumurtalarının üzerine tünemiş halde bulunan bir fosiliydi.



İklim: kuzeyin sıcak kurak kuşağı
Biyota: karasal tetrapodlar

80 milyon yıl önce
Geç Kretase Devresi'nin Kampaniyen Çağı

1 *Oviraptor*
2 *Velociraptor*
3 *Nemegtbataar*



OVIRAPTOR (1) 2 m'lik boyuyla bu uzun bacaklı, hızlı hareket eden, küçük coelurosaurian theropod, kuşa çok benziyordu. Küçük, dişsiz ve oldukça dönüşmüş kafatasında papağan gagasına benzeyen güçlü bir gagası vardı. Bu ünlü iskelet fosilinde yuvasında tünemişken ölmüş bir yetişkinin kalıntıları korunmuştur.



VELOCIRAPTOR (2) 2 m'lik bu dromaeosaurid çok etkin bir avcıydı. Kaslı uzun bacakları ve keskin tırnaklı parmakları vardı. Uzun ve hafif kafatasında, güçlü ve içe dönük keskin dişlerle kaplı bir çene kemiği bulunuyordu. Ukhaa Tolgod kazılarının en çarpıcı keşiflerinden biri de bir *Protoceratops* ile girdiği ölümüne mücadele sırasında ona kenetlenmiş olarak ölen bu *Velociraptor* iskeletiydi.

"KRETASE PARK" DİNOZORLARI

JUDITH IRMAĞI, MONTANA, ABD VE ALBERTA, KANADA

İklim: kuzeyin orta enlemlerinde, sıcak ve nemli

Biyota: karasal

O zamanki enlem: 58° Kuzey
Şimdiki enlem: 50° Kuzey
Deniz düzeyi: çok yüksek (+225 m)
Orijinal ortam: kıyılardaki alçak düzlükler
Çökeller: ırmak ve göl kumları, alüvyon ve çamurları
Durumu: 1979'dan beri Dünya Mirası Sahası
Korunanlar: bazıları eksiksiz birçok iskelet



Dünya, yaklaşık 77 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Alberta'nın güneyindeki Red Deer Vadisi'nde çorak toprakların ortasında yüzlerce dinozor fosili keşfedildi. Aralarında bütün halde 300 iskeletin de bulunduğu kalıntılar 1955'ten beri Dinosaur Provincial Park'ta (artık Dünya Mirası Sahası) korunuyor. Buradaki fosiller Geç Kretase tabakalarında, batıdaki dağlarla doğuda bir zamanlar Arktik Okyanusu ile Meksika Körfezi'ni bağlayan sığ deniz yolunun arasındaki tortuların doğuyu gösteren köşesinde gömülüydü.

Burada büyük ırmaklar, kıyıdaki geniş düzlüklerdeki kumulların, lagünlerin ve deltaların arasında menderes ovaları, göller ve turba bataklıkları oluşturmuştu. O tatlı sularda balıklar, kurbağalar, kaplumbağalar, semender benzeri ikiyaşayışlılar, crocodilianlar ve su kabukluları kaynıyordu.

Gür ve nemli bitki örtüsünde yaşayan çok zengin bir bitki ve hayvan çeşitliliği vardı. Aralarında meşe, zambak ve ayçiçeği gibi yeni yeni evrimleşen birçok çiçekli bitki türünün de bulunduğu yaklaşık 200 bitki ve mantar türü tanımlanmıştır. Buradaki dinozorlar da iyi bilinen tyrannosaurid, ceratopsian ve hadrosaur gruplarındandı. Göklerde dev azhdarchid pterosaurlar uçuyordu. Bu sahada en az 20 küçük memeli türüyle birkaç da kertenkele türü bulunmuştur.

79-74 milyon yıl önce
Geç Kretase Devresi'nin Kampaniyen Çağı

Yaygın canlılar: bitkiler, balıklar ve dinozorlar

1. *Struthiomimus*
2. *Quetzalcoatlus*
3. *Chasmosaurus*
4. *Deltatheridium*
5. *Stegoceras*
6. *Gorgosaurus*
7. *Lambeosaurus*
8. *Troodon*

GORGOSAURUS (6) Bulunan parçalı birçok iskeletten ve on iki kafatasından tanımlanan bu görece küçük (9 m boyunda) tyrannosaurid, o bölgenin en yaygın büyük avcısıydı.



LAMBEOSAURUS (7) 15 m'lik bu otçul hadrosaurun çok ilginç, balta şeklinde, kemikten bir tepe çıkıntısı ve yalnızca büyüme aşamasında gelişen arkaya dönük bir çatalı vardı. Bunların şeklindeki değişikliklerin erkek-dişi ayrımının yanı sıra, iki yakın türün ayrımını da gösterdiği sanılıyor. Bu hayvanın bir başka özelliği de sıkışık yerleşmiş yanak dişleriydi: "Dental batarya" denen bu sıra dışı yapıda, 700 kadar diş bir arada yer alıyordu.



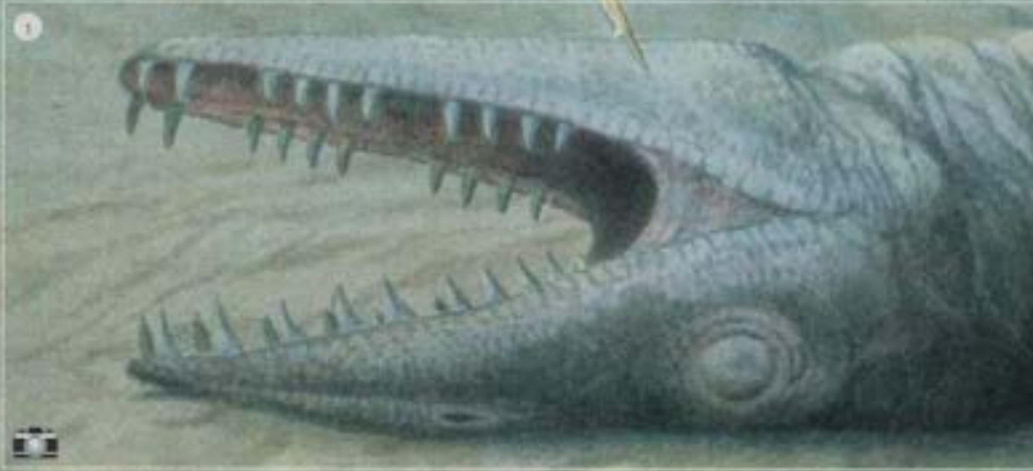


TROODON (8) Büyük beyinli, 1,8 m'lik bu coelurosaur, hızlı koşan bir avcıydı. Küçük hayvanlarla avlanmasının yanında zaman zaman bitki de yiyordu.

MAASTRICHT CANAVARI

ST. PIETER DAĞI, MAASTRICHT, HOLLANDA

İklim: kuzeyin orta enlemlerinde, sıcak ve nemli
Biyota: denizel



O zamanki enlem: 40° Kuzey
Şimdiki enlem: 51° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+175 m)
Orijinal ortam: derin kıta sahanlığı denizi
Çökeller: karbonatlı çamur (tebeşir)
Durumu: Maastricht dolaylarındaki tebeşir tepelerindeki yeraltı tünelleri
Korunanlar: iyi korunmuş üç boyutlu kabuklar ve kemikler



Dünya, yaklaşık 68 myö



Günümüzdeki fosil şahası

18. yüzyılın sonunda keşfedilen tarihi Maastricht mosasaurunun, giderek artan tarihöncesi dönemleri anlama çabalarında anahtar bir rolü vardır. Canavarın bir metreyi bulan çene kemiğinin soyu tükenmiş bir timsaha ya da dişli bir balinaya ait olabileceği iddia edilmişti. Ünü giderek artan bu tarih öncesi hayvanın fosiline Napoléon'un askerlerince el kondu. Fosil Paris'e getirildi ve oradaki Doğa Tarihi Müzesi'nde yerini aldı. 1808'de ünlü anatomici Georges Cuvier, kafatasının, varan kertenkelesiyle akraba olan bir hayvana ait olduğunu açıkladı.

Kretase'nin son 25 milyon yılı boyunca yaklaşık 20 cins deniz mosasauru evrim geçirdi, çeşitlendi, dünya denizlerine yayıldı ve sonunda soyu tükendi. Bunlar dönemin baskın deniz avcılarıydı, ama denizleri bazı başka etoburlarla, özellikle de köpekbalıklarıyla paylaşıyorlardı.

Mosasaur fosillerinde midelerin içeriği incelendiğinde balıklardan plesiosaurlara, kuşlardan mosasaurlara kadar değişen geniş bir beslenme aralığı olduğu ortaya çıkmıştır. Büyük deniz kaplumbağası *Allopleuron*lara bile saldırdığı anlaşılmıştır. Bunun yanında fosillerdeki iyileşmiş ısırık izleri mosasaurların da zaman zaman köpekbalıklarının saldırısına uğradığını göstermişti. Kaburgalarında görülen öteki ısırık izlerininse mosasaur öldükten sonra onu yiyen leşçillere, olasılıkla da görece küçük köpekbalıkları olan *Squalicorax*lara ait olduğu düşünülüyor.

68 milyon yıl önce

Geç Kretase Devresi'nin Maastrihtiyen Çağı

Yaygın canlılar: deniz omurgasızları

1. *Mosasaurus*
2. *Belemnitella*
3. *Scaphites*
4. *Squalicorax*
5. *Marsupites*
6. *Temnocidaris*
7. *Hyotissa*
8. *Plagiostoma*



MOSASAURUS (1) Bu vahşi deniz avcısının çok büyük çene kemiğinde hafifçe geriye eğik, koni şeklinde dişler vardı. Hayvanın boyu 10 m'ye ulaşabiliyordu.



SQUALICORAX (4) Tıpkı günümüz kaplan köpekbalıkları gibi bu neoselachian köpekbalığının da geniş, üçgen şeklinde ve tepesi ince çentiklerle kaplı dişleri vardı. Bu dişler leşleri yemek için çok uygundu. Geç Kretase'nin sığ denizlerinde yaygın olan *Squalicorax*lar en çok 3 m'ye kadar büyüyebiliyordu.

KRETASE'NİN SON GÜNLERİ

CEHENNEM DERESİ (HELL CREEK), MONTANA, DAKOTALAR VE WYOMING, ABD

İklim: kuzeyin orta enlemlerinde sıcak nemli kuşak
Biyota: karasal

O zamanki enlem: 45° Kuzey
Şimdiki enlem: 47° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek (+175 m)
Orijinal ortam: ırmakların oluşturduğu taşkın
Çökeller: ırmak kumu, alüvyon ve turba batağı çamurları
Durumu: çorak arazide kurumuş dere yataklarında ortaya çıkmış çok sayıda kesit
Korunanlar: birkaçı eksiksiz çok sayıda parçalı iskelet fosili



Dünya, yaklaşık 66 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Wyoming'in, Dakotalar'ın ve Doğu Montana'nın çorak topraklarındaki Cehennem Deresi tabakaları, dünyada üzerinde en yoğun çalışılmış tabakalar arasındadır; çünkü hem yüzeye iyi çıkmışlardır hem de Kretase ile Paleojen arasındaki sınırda yer alırlar. Nemli bir iklimde, bir taşkın ovasında menderesler yapan ırmaklarca oluşturulmuşlardır. Dinozorların ve daha başka birçok canlının yok olduğu iki milyon yıl boyunca birçok bitki ve hayvan kalıntılarını içlerinde saklamışlardır.

Kretase'nin sonundaki ünlü yok oluş olayı bu tabakalarda iridyum açısından zengin ve ince bir katmanla temsil edilir. Bu katman dünyanın her yerinde bulunmuştur ve uzaydan gelen bir göktaşının şiddetle çarpmasına işaret eder. Bu çarpışmadan hangi canlı türlerinin daha çok etkilendiğini ortaya çıkarmak için sınırın altındaki bitki ve hayvanların devamı olan canlılar iyice incelenmiştir.

Polen fosilleri yüzlerce bitki türünün ve kapalıtohumlu bitkilerden oluşan ormanlık alanların, daha önceki sikad-eğrelti-palmiye çayırlarının yerini aldığını gösterir. Bitki fosilleri, yeni evrimleşen bitki-böcek ilişkilerine yönelik kanıtlar da sunar. 100 dolayında küçük memeli türü aynı dönemdeki dinozor türlerinin üç katı kadardır. Bu dönemin baş rol oyuncuları *Tyrannosaurus rex*'in de aralarında bulunduğu dinozorlardı.

66 milyon yıl önce

Geç Kretase Devresi'nin Maastrihtiyen Çağı

Yaygın canlılar: bitkiler, küçük memeliler ve dinozorlar

1. *Magnolia*
2. *Edmontonia*
3. *Cimolestes*
4. *Edmontosaurus*
5. *Triceratops*
6. *Tyrannosaurus*



CIMOLESTES (3) 15 cm'lik bu eutherian memeli, günümüz Carnivora Takımı'ndaki hayvanların atalarından biri olabilir. Fosiller, etçil bir beslenme düzenini gösteren uzun köpek dişlerini ve azı dişlerindeki keskin uçları gözler önüne sermektedir.





TRICERATOPS (5) 9 m'lik bu otçul ceratopsian, döneminin büyük -hatta kendinden de büyük- avcı hayvanlarına karşı kendini savunurken, dev kafatasında yer alan uzun boynuzları ve boğaz zırhını kullanıyordu.

TYRANNOSAURUS (6) Bu en büyük ve en ünlü coelurosarian dinozor 12 m kadar büyüyebiliyordu. 1,5 m'lik kafatası ve dev çene kemiği sayesinde bir ısırışta avının kemiklerini kırabilirdi.

65.5

MEMELİ DEVRİMİ BAŞLIYOR

ÇILGIN DAĞI (CRAZY MOUNTAIN), MONTANA, ABD

62 milyon yıl önce
Paleojen Devri'nin Torrejoniyen Çağı

O zamanki enlem: 46° Kuzey
Şimdiki enlem: 46° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: ırmak yatağı ve onu saran ormanlık bölge
Çökeller: ırmak ve taşkın ovası kumları, alüvyonları ve çamurları
Durumu: fosil için kazılan geniş bir bölgedeki çok sayıda saha
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış kemikler ve çok sayıda diş



Dünya, yaklaşık 62 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Dinozorların ortadan yok oluşu çok geniş alanların büyük kara hayvanlarından yoksun kalmasına yol açtı. Ama bu boşluklar da kısa süre içinde yeni yeni evrimleşen ve çeşitlenen memeliler ve kuşlar tarafından dolduruldu. Bu memelilerin evrimsel kökeninin anlaşılması zordu; artık bu süreçte birkaç kez ortaya çıkma ve yok olma dalgasının yaşandığı düşünülüyor.

Bu döneme ait en iyi fosil yatakları Kuzey Amerika'nın batısında bulunuyor. Üç memeli grubunun –çoktüberküllülerin, marsupiyallerin ve plasentalıların– bazı temsilcileri, en eski Paleojen tabakalarında sayıca değişik oranlarda bulunmuştur. Bu dönemde en yaygın olanlar plasentalılarken çoktüberküllülerin ikinci sırada yer aldığı, en az olanların da marsupiyaller olduğu görülmüştür. Bu yaşta 29 familyadan 88'in üzerinde plasentalı memeli cinsi vardı.

Torrejoniyen Yaşı'nda memelilerde büyük bir soy tükenme oranı görülüyor. 60,9 milyon yıl önce başlayan Tiffaniyen'e gelindiğinde bütün memeli cinslerinin yarısının soyu tükenmişti. Bu yaşta çoktüberküllüler de azaldığından soyu tükenenlerin yerini genellikle plasentalı memeliler almıştı. Ama 56 milyon yıl önceye gelindiğinde bilinen 94 cinsin yarısından çoğunun soyu tükenmişti. Bu durum, memelilerin kendi aralarındaki karmaşık egemenlik mücadelelerinin iyi bir göstergesidir.

İklim: kuzeyde subtropikal nemli

Yaygın canlılar: bitkiler ve küçük memeliler

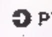
Biyota: karasal

1. *Conoryctes*
2. *Platanus*
3. *Ptilodus*
4. *Stilpnodon*
5. *Rhamnus*
6. *Plesiadapis*
7. *Didymictis*
8. *Vitis*
9. *Chriacus*
10. *Taxodium*
11. *Pantolambda*
12. *Prodiacodon*





CONORYCTES (1) Fildişine benzeyen bu diş, bir taeniodonta aitti. Domuz benzeri bu hayvanların, bitki çıkartmak için kullandıkları pençeli ayakları vardı.



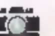
PTILODUS (3) En çok 50 cm olabilen sincap büyüklüğündeki *Ptilodus*lar, çoktüberküllü ölçütlerine göre büyükçeydiler. Gözlerinin başın iki yanında oluşu, uzun kuyruğu, bacaklarının ve ayaklarının yapısı, onun ağaçlarda yaşayacak biçimde uyarlanmış iyi bir tırmanıcı olduğunu gösteriyor.





PTILODUS DİŞİ (3) Bu hayvanların çoktüberküllü yanak dişlerinin ayırt edici testere yapısı, geniş ve kısa burunlu kafatasıyla birlikte ele alındığında bu hayvanların kemirgen özellikler taşıdığı anlaşılıyor.

PLESIADAPIS (6) Lemur benzeri bu plesiadapiformlar en çok 5 kg geliyordu. Dişleri yüzeysel olarak kemirgen benzeriydi. Dikdörtgen şekilli, tepeleri kütleşmiş azı dişleri meyve açısından zengin, otçul bir beslenme rejimi olduğunu gösteriyor. Bir zamanlar plesiadapiformların ilk primatlar olduğu sanılmıştı.





SOYLARIN

Yaşamın evrimi, bütün canlıların yarısından çoğunun yeryüzünden silindiği kitlesel yok oluşlar yüzünden birkaç kez kesintiye uğramıştır. Bunlardan en iyi bilineni –en büyüğü olmasa da– Kretase Devri'nin sonunda olmuş ve deniz sürüngenlerinin çoğunun, uçan pretosaurların ve dinozorların (kuşsu olmayanların) ortadan kaybolmasıyla sonuçlanmıştır. Hayatta kalabilen hayvan grupları olayın hemen ardından hızla çeşitlenmiş ve Kenozoyik Zaman'ın altyapısını hazırlayan yeni bir biyota ortaya çıkmıştır. Böyle evrimsel krizlere yol açan mekanizmalara yönelik tartışmalar hâlâ yoğun olarak sürmektedir; çünkü her biri başlı başına birer felaket olan bir dizi değişik nedene ilişkin kanıtlar vardır.

TÜKENİŞİNİN HİKÂYESİ

1980'li yıllarda ABD'li bilim insanları Walter ve Luis Alvarez dinozorların soyunun tükenmesine yol açan şeyin uzaydan gelen büyük bir nesnenin –bir asteroit ya da kuyrukluyıldızın– Dünya'ya çarpması ve ortaya çıkan döküntülerin de bütün yeryüzüne saçılması olduğunu ileri sürdükten sonra bu felaketlere yönelik tartışmalar halkın da gündemine girdi. Bu kuram jeologların kutuplaşmasına neden oldu. Öngörülene uygun bir çarpma kraterinin keşfi de ancak 1990'lı yıllarda gerçekleşti.

Artık Kretase Sonu soy tükenişinin geçmişte yaşamın başından geçen en kötü olay olmadığı biliniyor –örneğin Permiyen'in sonunda yeryüzündeki canlıların yüzde 70'inden çoğu yok olmuştu. Akıllara önce, kaçınılmaz olarak, buna da başka bir göktaşı çarpmasının yol açtığı gelmişti. Ne var ki bu yönde kanıt bulunamadı. Onun yerine Permiyen Sonu soy tükenişi, artık aşırı volkanik etkinliklerle ve deniz düzeyindeki değişimlerle bağlantılıymış gibi görünüyor –Kretase'nin sonunda da benzer volkanik olaylar olmuştu. Bu arada kimi paleontologlar, bir göktaşı çarpmasının nasıl olup da bazı canlı türlerini yok ederken bazılarını neredeyse hiç etkilemediğini sorgulamaya başladı. Dinozorların yok olmadan önce de zaten bir gerileme eğilimine girdiğine ilişkin görüşler de ortaya atıldı. Hangisi doğru olursa olsun, öyle görünüyor ki kitlesel yok oluş olaylarının gerçekte bir dizi karmaşık nedeni vardır.

SOYLARIN TÜKENİŞİNİN HİKÂYESİ



SIFIR NOKTASI

Kanada'da Geç Triyas'tan kalma Mancouagan krateri yeryüzündeki en etkileyici çarpma izlerinden biridir.

KİTLESEL YOK OLUŞLARI KEŞFETME

19. yüzyılın ortalarından beri bilim insanları, geçmiş yaşamın örüntülerinde görece çok kısa sürelerde çok belirgin değişiklikler olduğunu fosil içeren tabakalardan fark ediyordu. 1856'da Oxford'da jeoloji profesörü olan John Phillips, yaşamın tarihinde (hâlâ temel jeolojik zamanlara adlarını veren) üç önemli evre –Paleozoyik, Mesozoyik ve Kenozoyik– olduğunu saptamıştı. "Eski yaşam" anlamına gelen Paleozoyik, Kambriyen patlamasıyla başlar ve en iyi –artık soyu tükenmiş olan– trilobitler gibi deniz eklembacaklıları ve birçok çenesiz balık grubuyla bilinir; Permiyen Devri'nin sonunda da biter. Ama bu dönemde yaşam karaya çıkmış, çeşitlenmiş, ilk sürüngenlerin ve memelilerin atalarının da aralarında bulunduğu birçok yeni canlı türü ortaya çıkmıştır. "Orta yaşam" anlamına gelen Mesozoyik, Triyas Devri ile başlar ve Kretase'nin sonunda da biter. Dinozor ve pterosaur gibi soyu tükenmiş sürüngenleriyle ünlüdür. Kenozoyik, "yeni yaşam" anlamına gelir ve Paleosen ile başlar. Bu dönemde çiçekli bitkiler ve plasentalı memelilerin çeşitlendiği görülür.

Yaşamın tarihindeki bu üç ana dönemin artık evrimsel yayılma ve çeşitlenmenin, toplu yok oluş olaylarıyla sonlanan üç evresine karşılık geldiği biliniyor. Bu kitlesel yol oluşların en büyüğü Paleozoyik Zaman'ı Permiyen'in sonunda sona erdirdi; en iyi bilineniyse Kretase Devri ile birlikte Mesozoyik Zaman'ı sona erdirendi. Bunlardan başka üç büyük soy tükeniş olayının daha olduğu biliniyor –Ordovisiyen'in sonunda, Devoniyen'in son dönemlerinde ve Triyas'ın sonlarında. Bunların hepsi birden "büyük beşli" olarak anılıyor.

Bu kitlesel yok oluşların büyüklüklerini karşılaştırmak için ortak bir ölçü sistemine gerek duyulmuştur. Bunun için de bilim insanları bu olayların öncesindeki ve sonrasındaki deniz organizması familyalarını sayma konusunda görüş birliğine varmışlardır. Buna göre Ordovisiyen'in sonunda trilobitlerin, graptolitlerin ve dallıbacaklıların çoğunu içine alan 26 familya yok olmuştur. Devoniyen'deki felakette de mercanların çoğunu, ammonitleri, trilobitleri ve çenesiz balıkları içeren 22 familya yeryüzünden silinmiştir. Permiyen'in sonundaki korkunç felaketteyse neredeyse mercanların tümünü, derisidikenlilerin çoğunu ve dallıbacaklıları içine alan 51 familya yok olmuştur. Triyas'ın sonundaki olayda dallıbacaklılar ve çift kabuklularla birlikte birçok ammonit familyasının soyu tükenmiştir. Son olarak Kretase Sonu felaketinde ammonitler ve belemnitler tümüyle, çift kabuklularla foraminiferlerinse çoğu yok olmuştur.

BAŞKA NEDENLER OLABİLİR Mİ?

Yaklaşık otuz yıl önce "Kıyamet Krateri" hipotezi ileri sürüldüğünden beri soy tükeniş sorununu her yönüyle ele alan birçok araştırma yapıldı. Her ne kadar dünya dışı bir nesnenin çarpması basında en çok yer alan hipotez olsa da başka hiçbir kitlesel yok oluş olayı benzer bir çarpmayla ilişkilendirilememiştir. Bunun yanında bir olayın tek başına bu büyüklükte küresel bir etkiye nasıl yol açmış olabileceği ve canlıları yok ederken neden seçici davrandığı da ciddi olarak sorgulanmaktadır.

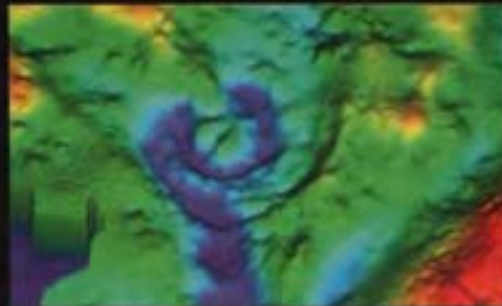
Öteki kitlesel yok oluş olayları için başka mekanizmalar aranıyor. Değişik alanlardaki uzmanlar kendi "neden"lerini ileri sürüyor. Büyük ölçekli volkanik etkinlikler, bu felaketlerin üçüyle bağlantılandırılabiliyor; iklim değişikliği de başka üçüyle ilişkilendirilebiliyor ve deniz düzeyindeki değişimlerinse (okyanusların oksijensizleşmesiyle birlikte) beş felaketin tümüyle bağlantısı kurulabiliyor. Deniz düzeyindeki değişim artık temel neden olarak değerlendiriliyor. Bunun yerini Permiyen, Triyas ve Kretase devirlerini sonlandıran volkanik etkinlikler kısmen alabiliyor. Permiyen'in sonundaki yaklaşık bir milyon yıl süren ve Sibirya Basamakları olarak bilinen bazalt taşkınında 1-2 milyon kilometreküp lav yeryüzüne çıkmış ve bu sırada çeşitli gazlar da büyük miktarlarda atmosfere salınmıştı. Karbondioksit gibi bazı volkanik gazların aynı zamanda sera gazı oldukları biliniyor. Bunlar iklimi belirgin bir biçimde değiştirmiş olabilir; bu durum da okyanus sularındaki oksijenin azalmasına, hatta deniz düzeyinin değişmesine yol açmış olabilir.

Jeolog olmayan çoğu kimse kitlesel yok oluş felaketlerinin doğasına yönelik çok basit soruların, aynı şekilde basit yanıtları olmayışına inanmakta zorlanabilir. Ama kaya ve fosil kayıtlarının yorumlanmasında, özellikle de zaman çözünürlüğü konusunda hâlâ ciddi sorunlar bulunuyor. Felaketleri neredeyse anlık olaylar olarak görme eğilimimiz var. Depremler, yanardağ patlamaları, tsunamiler, hatta göktaşı çarpmaları yerel ve anlık olaylardır; ama kitlesel yok oluş felaketleri gerçek anlamda küresel ölçeklerde olur.

KANIT



İRİDYUM ANOMALİSİ Ender rastlanan iridyum elementi bütün dünyada Mesozoyik ile Kenozoyik tabakaları arasındaki sınırda alışılmadık şekilde boldur. Her ne kadar ölçümlerdeki miktar hâlâ trilyonda bir parçacık düzeyinde olsa da bu kayalardaki iridyum düzeyleri normalin 30-130 katı üstündedir. Bu aşırı miktarda iridyum yalnızca dünya dışı bir kaynaktan gelmiş olabilir. Bulunan öteki kanıtlar arasında yalnızca böyle bir çarpma sırasında oluşabilecek şoklanmış kuvarslar ve bazı bölgelerde çarpmanın yol açmış olabileceği tsunami çökeltileri de yer almaktadır.



KIYAMET KRATERİ Meksika'da Kretase Sonu'ndaki çarpmayla oluşan Chicxulub kraterini bulmak yıllar almıştır. Çünkü bu kraterin kalıntıları günümüzde Meksika Körfezi'ndeki daha genç kaya tabakalarının altında kalmıştır. Sonunda keşfedilen krater, 1990'lı yıllarda jeofizikçilerce tanımlanmıştır. Kraterin 180 km'lik çapı, onu oluşturan göktaşının en azından 10 km çapında olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

1. GEÇ KRETASE'DE YAŞAM 100-65,5 MYÖ

Son fosil keşifleri, özellikle Çin'de ve Moğolistan'da gerçekleştirilenler, Geç Kretase yaşamına yönelik var olan düşünceleri dönüştürecek niteliktedir. Bunlar sayesinde karasal ortamların yalnızca sürüngenlerin egemenliğinde olmadığı anlaşılıyor. Böceklerle birlikte çeşitlenen çiçekli bitkiler gibi memeliler ve kuşlar da çeşitlenmişti. Hatta dinozor yavrularını avlayan memeli türleri ortaya çıkmıştı.

Bununla birlikte birçok dinozor grubu, örneğin hadrosaurlar, yaşamlarını hep olduğu gibi sürdürüyor ve hem sayıca hem de çeşitlilik açısından hiçbir gerileme belirtisi göstermiyordu. Ama hadrosaurların tersine pterosaurlar ciddi bir gerileme içindeydi –belki de kuşlarla rekabet içinde oldukları için. Kretase Sonu'na gelindiğinde tek bir familyaya düşmüşlerdi –gerçi dev azhdarchidler en görkemli pterosaurlardı.

2. FIRTINANIN GÖZÜ

Chicxulub'daki gibi büyük bir çarpmanın ani ve yıkıcı yerel etkileri olur ve bu etkiler çarpmayı izleyen günlerde giderek büyüyen yangınlar ve tsunamilerle yayılır. Ama hem denizlerdeki hem de karalardaki bitki ve hayvan yaşamında belirgin bir küresel kayba yol açmak, ancak uzun sürede olacak bir olaydır. Ayrıca belirgin ve uzun süreli iklim değişikliği gibi küresel bir mekanizması da olmalıdır. Bilim insanları bir göktaşı çarpmasının böylesi büyük değişikliğin temel nedeni olup olamayacağını hâlâ tartışıyor.

KAPALITOHUMLULAR
Soy tükeniş felaketinden önce öteki karasal bitki gruplarının yanında kapalıtohumlular da iyice gelişmişti.

MANOLYA



MEMELİLER
Geç Kretase'ye gelindiğinde her ne kadar birçoğu küçük olsa da memeliler çok çeşitli ve yaygındı.

CIMOLESTES

KUŞSU OLMAYAN DİNOZORLAR
Çok çeşitli ornithischianların da aralarında bulunduğu birçok kuşsu olmayan dinozor grubu soy tükeniş felaketine kadar yaşamını sürdürmüştü.

PROTOCERATOPS



KUŞLAR
Geç Kretase boyunca modern Neornithelerin yanı sıra, birkaç yeni kuş grubu daha ortaya çıkmıştı.

SAPEORNIS

AMMONİTLER
Ammonitler çeşitlilik açısından zaten giderek azalıyordu –soy tükeniş felaketi hayatta kalan son familyaları da yok etmiştir.

SCAPHITES



PTEROSAURLAR
Küçük pterosaur familyalarının çoğu Üst Kretase'de yok olmuş, geriye yalnızca dev azhdarchidler kalmıştı.

QUETZALCOATLUS

BALIKLAR
Teleost balıklar Mesozoyik'in başlarında ortaya çıktı; Üst Kretase'ye gelindiğinde evrimsel birkaç değişim göstermişlerdi.

CATURUS



HEKSAPODLAR
Heksapodların Paleozoyik'e dayanan uzun bir geçmişleri vardı; ama Kretase'de çiçekli bitkilerin ortaya çıkmasından çok yararlanmışlardı.

BAISOPARDUS

65,5-65 MYÖ

Belki de çarpmanın atmosferde asılı kalan döküntüleri Güneş'ten gelen ışığı ve ısıyı engelleyerek bir "nükleer kış"a yol açmış olabilir.

Bu etki -kuşsu olmayan dinozorlar ve bazı başka sürüngen familyalarıyla birlikte uzun süredir okyanuslarda yaşayan ammonitlerin ve aralarında bazı bitkilerin de bulunduğu başka grupların yok olması- jeolojik zaman ölçeğinde yine de anlık kabul edilir. Yok oluşların hemen ardından mantar yaşamında kısa süreli bir patlamanın olduğunu gösteren kanıtlar da vardır.

3. YAŞAM TOPARLANIYOR 65-34 MYÖ

Kretase Sonu'ndaki soy tükenişte kara bitkilerinin ve denizlerdeki fitoplanktonların yok olması yüzünden hem karalardaki hem de denizlerdeki besin zincirleri kırılmıştı. Etki besin zinciri boyunca ilerledikçe bütün otçul çeşitleri, ara etçiller ve sonunda en üst düzey avcı hayvanlar da etkilenmiştir -en büyük acıyı zincirin en üstündeki avcı hayvanlar çekmiştir. Besin zincirinin alt düzeylerinde olup da hayatta kalabilen bazı canlılar, soyları tükenen canlıların boşalttığı ekolojik nişleri hızla dolduracak şekilde uyarlanmıştır. Yeni ve etkin etçillerin ortaya çıkması gerektiğinden zincirin en üstündeki boşluklar olasılıkla daha yavaş dolmuştur. Tıpkı karalarda çiçekli bitkilerin, böceklerin, kuşların ve memelilerin yayılmasında olduğu gibi denizlerde de teleost (kemikli) balıkların yayılmasında patlama yaşanmıştır. Ne var ki Kenozoyik'in başlarında bu gruplardan bazılarının içinde, yeni hayvan familyaları ortaya çıkıp geliştikçe ve sonra da yok olup yerlerini başkalarına bıraktıkça belirgin "devir teslimler" olmuştur. Sonuç olarak Erken Kenozoyik canlıları bize hiç de yabancı gelmeyecek görünümde canlılardı.



PROTEA

Soy tükenişinden sonra çiçekli bitkiler, olasılıkla üreme yapılarındaki değişiklikler nedeniyle, hızla çeşitlendi ve karaların baskın bitkileri oldu.



APIDIUM

Erken Kenozoyik fosillerinden anlaşıldığına göre memeliler hızla -kökenleri olasılıkla Mesozoyik'te olan- üç temel gruba ayrıldı: Afrotheria, Laurasiatheria ve Euarchontoglires.



GASTORNIS

Soy tükenişinden neornithean kuşlar kurtulabilmişti. Bunlar, dinozorların boşalttığı nişleri dolduracak şekilde hızla çeşitlendi; görece büyük bazı etçil türleri de ortaya çıktı.



PSETTOPSIS

Balıkların büyük bölümü soy tükenişten pek etkilenmeden çıktı; ama teleost balıklar hem tür hem de yaşam tarzı açısından olağandışı bir çeşitlenme gösterdi.



PRODRYAS

Böcekler soy tükenişi sırasında ve sonrasında gerilemişti ama lepidopteranların ortaya çıkışıyla onlar da bir çeşitlenme patlaması yaşadı.

4. GÜNÜMÜZE KALAN MİRAS

Kretase'nin sonundaki soy tükeniş, küresel biyotanın önemli bir bölümünü kesin olarak değiştirdi. Hayatta kalabilen canlıların evrim geçirmesiyle ölenlerin yerini alacak yeni canlılar türedi. Bunlar da günümüzde Dünya flora ve faunasına egemen olan canlılardı. Çiçekli bitkiler, böcekler, kuşlar ve memeliler Geç Kretase'de varlardı ve bitkilerin üreme gereksinimleriyle hayvanların beslenme gereksinimlerinin sonucu olarak hepsi bir arada evrim geçiriyordu. Bugün aslında dinozorlar da aramızdadır –tüylü kuşlar şeklinde. Kuşlar, uçan pterosaurlardan boşalan nişleri öyle başarıyla doldurdu ki memeli rakipleri olan yarasalar –ki bunlar da çok başarılıdır– gececil avcılar olarak daha da özel bir nişe yerleşmek durumunda kaldı.

ÇİÇEKLİ BİTKİLER

Kapalıtohumlu bitkiler, otların gosterdiği sıra dışı başarıyla, bugün de gezegenimizin en büyük bitki grubu olmayı sürdürüyor. Böceklerle ve tozlaşmalarını sağlayan başka hayvanlarla olan yakın ilişkilerini de hâlâ devam ettiriyorlar.



MEMELİLER

Yüzeysel olarak birbirine benzeyen küçük bir grup hayvandan gelişen memeliler Kenozoyik boyunca karalarda, sularda ve havada çok çeşitli ekolojik nişle yaşayacak şekilde evrim geçirdi.



KUŞLAR

Neornithcan kuşlar dünyanın her yanındaki değişik ortamlarda gelişmelerini sürdürdü. Soy tükeniş olayından sonra birbirinden çok farklı, hatta uçamayan türlerin de içinde olduğu, alt gruplara dallandılar.



TELEOST BALIKLAR

Ağızları avlanma becerilerini artıracak şekilde uyarlanmış, gelişmiş "neoteleost" balıkların günümüzde 12.000'den çok türü bulunuyor. Bu da onları en başarılı omurgalı grubu yapıyor.



HEKSAPODLAR

Günümüzde heksapodlar, yalnızca eklembacaklıların değil, bütün canlıların en büyük grubudur. Tanımlanmış bir milyonun üzerinde türleri vardır –ki bunun beş katı kadar türün de henüz tanımlanmamış olduğu tahmin ediliyor.



65.5

ERKEN EOSEN'DE KÜRESEL ISINMA

BIGHORN HAVZASI, WYOMING, ABD

54 milyon yıl önce
Paleojen Devri'nin Vasatçiyen Çağı

O zamanki enlem: 45° Kuzey
Şimdiki enlem: 45° Kuzey
Deniz düzeyi: yüksek
Orijinal ortam: küçük ırmakların olduğu karasal
Çökeller: ırmak ve taşkın ovası çakılları, kumları, çamurları ve toprakları
Durumu: wyoming'e dağılmış çok sayıda buluntu yeri
Korunanlar: genellikle iyi korunmuş yapraklar ve polenler, çoğunlukla dişlerden oluşan memeli kalıntıları



Dünya, yaklaşık 54 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Kretase Sonu'ndaki toplu yok oluşun ardından yaşamın kendini toparlaması birkaç milyon yıl sürdü. Soy tükeniş, karaların kuru kesimlerinde –özellikle de göktaşının bugün Meksika Körfezi'nde bulunan çarpma bölgesine yakın karalar olan Amerikalarda– yaşayan büyük bitkileri de vurmuştu.

Ne var ki toparlanma biraz karmaşık oldu: Kuzey Amerika tabakalarında Paleosen boyunca bitki çeşitliliğinde orta düzeyde bir artış, ardından 55,8 milyon yıl önceki Paleosen-Eosen sınırında da 25 türe kadar düşüş görülüyor. Sonra Alt Eosen'de 50 türe kadar yeniden yükseliyor.

Bu sırada memelilerin de Kretase-Paleojen sınırında hızla çeşitlendiği (10'dan 50 cinse çıktığı), ardından hafif bir düşüşle 40 cinse indiği ve sonra da 50 milyon yıl önce 75 cinse ulaştığı anlaşılıyor. Ancak umulanın tersine bitki ve memeli çeşitlenmesi birbirinden farklı dönemlerde gerçekleşmişti. Ne var ki bu durum aynı soruna –Geç Paleosen'in 4°C olan yıllık ortalama sıcaklığının Alt Eosen'de 26°C'a çıktığı ani küresel ısınmaya- verilen değişik tepkilerin yansımasıydı.

İklim: sıcak ve nemliye doğru giden sıcak ve kuru

Biyota: karasal

Yaygın canlılar: bitkiler ve memeliler

1. *Miacis*
2. *Arfia*
3. *Hyopssodus*
4. *Platanus*
5. *Didymictis*
6. *Cantius*
7. *Hyracotherium*
8. *Diacodexis*
9. *Celtis*
10. *Phenacodus*





PLATANUS (4) Ayırt edici bu yaprak şekli, çınarlara özgüdür –Kuzey Yarımküre'de boyu 30 m'nin üzerine çıkabilen büyük bir kapalıtohumlu grubu. Bu grup Kretase'nin başından beri vardır ve tipik olarak akarsu kenarlarında ve sulak alanlarda yetişir.

DIACODEXIS (8) Çeşitli bitkilerle beslenen 50 cm'lik bu küçük hayvan, bilinen en eski çift toynaklılardan (artiodactyl) biridir. Uzun ve ince bacaklı hayvan, artiodactylların hareketlerini yalnızca düşey düzlemle sınırlayan tipik alt bacak ve bilek özelliklerini taşıyordu. Büyük olasılıkla, sıçrayarak ve zıplayarak ilerliyordu.

MIACIS (1) İlk plasentalı memelilerden biri olan bu hayvanın dişlerinden, onun kendi grubundakiler arasında beslenme düzenine eti sokan ilk hayvanlardan biri olduğu anlaşılıyor.





TROPİKAL BİR EOSEN GÖLÜ

YEŞİL IRMAK (GREEN RIVER), WYOMING, ABD

54 milyon yıl önce

Paleojen Devri'nin Vasatçiyen Çağı

O zamanki enlem: 40° Kuzey
Şimdiki enlem: 40° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: tatlı su gölü ve onu kuşatan orman
Çökeller: ince taneli alüvyon ve çamur
Durumu: zengin tabakalar içerdikleri fosiller için ticari olarak kazılıyor ama toplama lisansı satın alınabiliyor
Korunanlar: yassılaşmış ama bazı yumuşak dokuları genellikle korunmuş bütün halde fosiller



Dünya, yaklaşık 54 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Geç Paleosen'den Erken Eosen'e geçerken en büyük göl çökeltilerinden biri (65.000 km^2'lik alanda 2 km kalınlığında) ABD'nin ortabatısında Kayalık Dağlar'ın oluşumu sırasında 17 milyon yılda gerçekleşmişti. Yeşil ırmakın tabakaları yıllık ortalama sıcaklığın 15-20°C ve düşen yağışın da metrekareye 750-1000 mm olduğu paratropikal bir iklimde üç göl havzasında birikmişti. İnce taneli göl çökeltileri gölün içinde ve çevresinde yaşayan bitkilerin, böceklerin, yumuşakçaların, balıkların, kertenkelelerin, yılanların, kaplumbağaların, timsahların, kuşların ve memelilerin kalıntılarını korumuştu.

Balıklar özellikle boldu. Son 25 yılda bir milyon dolayında balık fosili toplanmıştır. Sayılarına karşın çok çeşitli değillerdi; çoğu modern teleost familyasından olan 21 cinste toplanmıştı. Göl suları durgunlaştığında oksijen yokluğuna bağlı kitlesel balık ölümlerinin olduğu anlaşılıyor.

Ender bulunan hayvanları arasında ilk atlar, tapirler, gergedanlar ve fil büyüklüğündeki *Uintatherium* gibi dönemin en büyük kara hayvanı da vardı. Bilinen en ilkel yarasa *Onychonycteris*'in yakınlardaki keşfi, gelecekteki olası yeni keşiflerin müjdecisi gibiydi.

İklim: sıcak paratropikal

Yaygın canlılar: bitkiler, balıklar, kuşlar ve böcekler

Biyota: çeşitli tatlı su gölleri ve karasal

1. *Sumac*
2. *Limnofregata*
3. *Sabalites*
4. *Heliobatis*
5. *Knightia*
6. *Trionyx*
7. *Borealosuchus*
8. *Amia*
9. *Gallinuloides*
10. *Presbyornis*
11. *Typha*
12. *Icaronycteris*
13. *Onychonycteris*
14. *Boavus*
15. *Uintatherium*
16. *Ailanthus*



HELIOBATIS (4) Yassı disk şeklindeki bedeni ve uzun, dikenli kuyruğuyla *Heliobatis*, göl tabanında yaşayan ve kamuflaj için kendini kuma gömen tipik bir batoid vatozdu. Ezmeye uyarlanmış dişleriyle küçük kabukluları, deniztaraklarını ve küçük balıkları yiyordu.





ONYCHONYCTERIS (13) Bu ilkel yarasanın kanatları uzun uçuşlar yapacak şekilde gelişmişti. Bununla birlikte kulağının ekolokasyon uyarlanması yoktu –böcekleri başka bir yöntemle yakalıyor olmalıydı.

BOAVUS (14) Neotropikal ağaç yılanı *Boavus idelmani* türünün Yeşil ırmaktan çıkartılan tek örneğiydi. Önceleri yanlışlıkla boa yılanı olduğu sanılmıştı.

65.5

TROPİKAL LONDRA'DA EOSEN YAŞAMI

ABBEY WOOD, LONDRA, İNGİLTERE

54 milyon yıl önce
Paleojen Devri'nin Vasatçiyen Çağı

O zamanki enlem: 51° Kuzey
Şimdiki enlem: 51° Kuzey
Deniz düzeyi: yükseliyor (+200 m)
Orijinal ortam: kıyı yağmur ormanı
Çökeller: ırmak yatağı kumu ve çakılları
Durumu: yasal olarak koruma altındaki sahaya yalnızca kazı için girilebiliyor
Korunanlar: çoğu diş olan küçük, parçalanmış ve ayrı ayrı duran omurgalı kalıntıları



Dünya, yaklaşık 54 myö



Günümuzdeki fosil sahası

Irmak yatağının birçok bölgesindeki kumların elekten geçirilmesi sonucunda Erken Eosen'deki Londra banliyölerinden kalma bol miktarda küçük fosil elde edilmişti. Genellikle yumuşakça kabukları ve çeşitli hayvan dişleri olan bu kalıntılar mangrov bataklıkları ve yağmur ormanlarıyla kuşatılmış karasal ortamlarla tuzluluk oranı düşük kıyısal ortamların çeşitlilik açısından olağanüstü bir zenginlik barındırdığını ortaya koymuştur. Sularda ve gür bitki örtüsünde 20'den çok balık türünün, *Trionyx* gibi kaplumbağaların, *Marinavis* gibi kuşların ve 30 dolayında memelinin de aralarında bulunduğu değişik birçok omurgalı yaşıyordu.

Memeliler, küçük marsupiyaller ve hâlâ hayatta kalabilmiş bazı çoktüberküllülerden kemirgenlere (*Paramys*), böcekle beslenen yarasalara, primatlara (meyve yiyen *Cantius*) ve ilkel at *Pliolophus*'a kadar değişkenlik gösteriyordu. Aralarında bugün için soyu tükenmiş olan etçil pantodontlar (*Coryphodon*), böcekçil pantolestidler (*Palaeosinopa*), apatotherianlar (*Apatemys*) ve etçil creodontların (*Palaeonictis* ve *Oxyaena*) yanı sıra, ilkel otçul toynaklılar (condylarthanlar) ve artiodactyller de vardı. Otçulların bolluğu, bitki örtüsünün bütün memelilere yetecek kadar çeşitli ve zengin besin sağladığını gösteriyor. Bitki fosillerinden, günümüzde Asya'nın alçak bölgelerini anımsatan bir yağmur ormanında 300'ün üzerinde kapalıtohumlu bitki türünün bulunduğu anlaşılıyor.

İklim: sıcak paratropikal

Yaygın canlılar: balıklar ve memeliler

Biyota: karasal ve kıyı denizel

1. *Coryphodon*
2. *Ficus*
3. *Paramys*
4. *Palaeosinopa*
5. *Apatemys*
6. lauracean
7. *Marinavis?*
8. *Ceriops*
9. *Palaeonictis*
10. *Cantius*
11. *Oxyaena*
12. *Pliolophus*



MARINAVIS (7) Uzun bacaklı bu procellariform ya da pelecaniform kuşun 50 cm dolayında bir kanat açıklığı ve modern Atlantik yelkovanınınkine benzeyen bir gagası vardı.



CANTIUS (10) *Cantius*'un diş ve kafatası kalıntıları ilk adapiform primat fosilini temsil eder. Kuzey Amerika ve Avrupa'daki Eosen tabakalarında bulunan bu küçük hayvan yaklaşık 3 kg ağırlığındaydı; özelleşmemiş ön dişleri ve keskin olmayan yanak dişleri vardı. Bunların meyveyle beslenen hayvanlar oldukları düşünülüyor.





PLIOLOPHUS (12) Köpek büyüklüğündeki bu ilkel at Abbey Wood'da bulunan çene kemiği, dişler ve bazı başka kemik kalıntılarından biliniyor –burada görülen daha eksiksiz kafatası aynı türün örneklerinin bulunduğu Harwich yakınlarındaki bir sahadan alınmıştır.

TETİS OKYANUSU'NDA EOSEN BALIKLARI

MONTE BOLCA, İTALYA

49 milyon yıl önce
Paleojen Devri'nin Orta Eosen Çağı

O zamanki enlem: 42° Kuzey
Şimdiki enlem: 46° Kuzey
Deniz düzeyi: +100 m
Orijinal ortam: resifle kara arası lagün ya da deniz tabanı
Çökeller: ince taneli karbonatlı çamurlar
Durumu: Monte Bolca dolaylarındaki ocaklardan bazıları halka açık bir fosil parkına katılmıştır
Korunanlar: yassılaşmış ama bazı yumuşak dokuları korunmuş çok sayıda bütün hayvan fosili


Dünya, yaklaşık 49 myö


Günümüzdeki fosil sahası

16. yüzyıldan bu yana kazılan Monte Bolca'daki Orta Eosen tabakaları 500'ün üzerinde kara ve deniz canlısı türünün kalıntılarını içerir. Bunların arasında bitkiler, denizanaları, polychaete solucanlar, mercanlar, yumuşakçalar, kabuklular, balıklar ve sürüngenler vardır.

Monte Bolca'daki fosillere yönelik yazılı ilk betimlemeler, Siena'lı doktor Andrea Mattioli'nin gördüklerini "bazı taş dilimleri ikiye ayrıldığında her ayrıntısı taşa geçmiş olan çeşitli balık şekilleri ortaya çıkıyordu" şeklinde anlattığı 1555 yılına dayanır. Balık fosillerine ilişkin Giovanni Serafino Volta'nın yazdığı ilk monografi (*l'Ittiolitologia Veronese*, 1796-1808) ve Louis Agassiz'in öncü balık çalışmalarından bazıları büyük ölçüde Monte Bolca fosillerine dayanıyordu. Artık o dönem balık faunasının olağanüstü bir çeşitlilikte olduğu biliniyor: Yüzde 80'i günümüzde de yaşayan 90 familyadan 140 cinste toplanmış 250'nin üzerinde tür. Hepsi de İndo-Pasifik ve Atlas okyanuslarının tropikal sularının tipik balıklarıydı.

Buradaki fosil çökelleri, yüzey suları güneyden Tetis Okyanusu'na açılan bir set resifinin ardında kalan bir lagünde oluşmuştu. Dipteki sular mevsimsel durgunlaşmadan etkileniyordu. Belki de oksijensizlikten ölen balıkların birikmesinin bir sonucu olarak alg patlamaları bile yaşanıyordu.

İklim: tropikal

Biyota: bazı karasal üyeleri olan denizel

Yaygın canlılar: balıklar

1. *Exellia*
2. *Lophius*
3. *Ceratoichys*
4. *Eomyrophis*
5. *Eoholocentrum*
6. *Psettopsis*
7. *Trygon*
8. *Eobothus*
9. *Mene*



EXELLIA (1) Soyu tükenmiş bu balık çok uzun leğen yüzgeçleri ve gözlerinin üzerinden çıkan büyük sırt yüzgeciyle ayırt edilir.



EOHOLOCENTRUM (5) Başının hemen arkasındaki dikenli ışın yüzgeçlerinin yanı sıra, leğen ve göğüs yüzgeçleriyle de modern bir beryciform sincapbalığını andıran bu balığın büyük gözleri onun gececil bir hayvan olabileceğini düşündürüyor.



TRYGON (7) Boyu 80 cm'e kadar ulaşabilen bu elasmobranch batoid Monte Bolca'da çıkartılan vatozlardan biridir. Boyunun üçte ikisini –tipik olarak– ince, uzun kuyruğu oluşturuyordu. Tıpkı köpekbalıkları gibi vatozların da kıkırdaklı bir iskeleti vardır ve bunların kalıntıları ancak özel koşullar altında korunabilir.

65.5

AVRUPA YAĞMUR ORMANLARINDA EOSEN YAŞAMI

MESSEL, DARMSTADT YAKINLARI, ALMANYA

48 milyon yıl önce
Eosen Devresi'nin Lutesiyen Çağı

O zamanki enlem: 49° Kuzey
Şimdiki enlem: 49° Kuzey
Deniz düzeyi: +100 m
Orijinal ortam: volkanik bir krater gölü ve çevresindeki orman
Çökeller: göl yatağı çamurları ve alüvyon
Durumu: Dünya Mirası Sahası
Korunanlar: çoğu yassılaşmış ama bazı yumuşak dokuları korunmuş çok sayıda eksiksiz fosil



Dünya, yaklaşık 48 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Bugün Messel'deki Erken Eosen dönemi petrol şeylleri Dünya Mirası Sahası'dır ve olağanüstü zenginlik ve nitelikteki fosillerinden dolayı koruma altındadır. Köpek büyüklüğündeki ilkel atlardan ilk primatlara, karıncayiyenlere, kuşlara, balıklara, böceklere ve bitkilere kadar Messel fosillerinin çoğunda orijinal tüyler, kıllar ve öteki yumuşak dokular korunmuştur. Bütün bunlar 48 milyon yıl önce Erken Eosen'de paratropikal Avrupa'nın kuzeybatısındaki bir yağmur ormanı gölündeki ve onun çevresindeki yaşama ilişkin olağanüstü bir görüş sağlamıştır.

Messel fosilleri otların ve ot yiyen hayvanların olmadığı; ama sıcak iklimli ve çok zengin bir canlı çeşitliliğini barındıran bir dünyayı gözler önüne sermiştir. Fosillere bakıldığında Messel'de volkanik bir krater gölünün çevresindeki –açık sulardan, bataklıklardan, kıyı şeritlerinden ve nemli bir ormandan kuru ve yüksek yamaçlara ve gölden uzak çamların, palmiyelerin, kestanelerin ve meşelerin bulunduğu daha yüksek arazilere kadar– habitatların korunduğu görülür.

Messel'de bulunan memelilerin çoğunun kökeni Avrupa değildi; ama Eosen'de buraya göç etmişlerdi. Bu göçmenlerin arasında ilk modern kemirgenler, atlar, yarasalar ve primatlar gibi hayvanlar da vardı. Ne var ki bazıları da Mesozoyik'ten kalma, aralarında ilk kirpi benzeri hayvanların da olduğu, böcek yiyen memelilerdi.

İklim: paratropikal nemli

Yaygın canlılar: balıklar ve böcekler

Biyota: karasal ve sucul

1. *Palaeopython*
2. *Propalaeotherium*
3. *Paroodectes*
4. *Messelobunodon*
5. *Miacis*
6. *Formicium*
7. *Palaeoglaux*
8. cicada
9. *Archaeonycteris*
10. *Primozygodactylus*
11. *Darwinius masillae*
12. *Eomanis*
13. *Hyrachyus*



PALAEOPYTHON (1) Boidae familyasından 2 m'lik bu *Palaeopython*, Messel'de bulunan en büyük yılandı. Yılanlar Geç Kretase'de evrim geçiren son büyük sürüngen grubuydu; olasılıkla tünel kazan kertenkele atalarından gelişmişlerdi.



FORMICIUM (6) Bu dişi uçan karıncanın kanat açıklığı 6 cm kadardır. Messel'de bulunan bazı kraliçe karıncaların kanat açıklıkları 16 cm'yi ve ağırlıkları da 10 g'ı buluyordu –bir arıkuşu kadar büyük ve ağır.



DARWINIUS MASILLAE (11) İşte, yeni bir Messel mücevheri: 58 cm boyunda, takma adı Ida olan bir primat. Bu hayvanın, insanın soy hattındaki bir primat mı yoksa lemur soy hattından bir adapiform mu olduğu tartışılmaktadır.

65.5

MESSEL'DEKİ CANLI ÇEŞİTLİLİĞİ

MESSEL, DARMSTADT YAKINLARI, ALMANYA (DEVAMI)

48 milyon yıl önce

Eosen Devresi'nin Lutesiyen Çağı



Messel sucul biyotasının baskın üyeleri suzambaklarından ve böcek larvalarından kemikli balıklara –ki omurgalıların yüzde 90'ını oluşturuyorlardı– kadar değişkenlik gösteriyordu; ama bu biyota da bir metre boyundaki avcı garlar, semenderler, kurbağalar, kaplumbağalar ve 4 m'yi bulan timsahlar da vardı.

Buradaki karasal ekosistem de eğreltilerden, palmiyelerden, asmalardan, sitruslardan, çay bitkilerinden (hepsi birlikte 176 tür) ve bunlarla ilgili böceklerden oluşuyordu. Ayrıca karıncalar, yaban arıları, arılar, örümcekler, ağustosböcekleri, güveler boldu, ama yusufçuklar ve kelebekler enderdi.

Messel'de Eosen kertenkelelerine, iguanalarına ve yılanlarına ait önemli fosiller de bulunuyordu. Kuşların da aynı şekilde önemli bir yeri vardı. Bunların arasında artık soyu tükenmiş olanlar kadar modern gruplar da bulunuyordu. Kuşların boyutları, kanat açıklığı 17 cm olan küçük *Messelirrisor*'dan 1,7 m boyundaki uçamayan *Diatryma*'ya kadar değişiyordu. Ayrıca aynaklar, sutavukları, baykuşlar, sağangiller ve makaracı benzeri bazı başka kuşlar da vardı.

Memeliler arasında opossum gibi küçük marsupiyaller, ilkel böcekçiller (*Leptictidium*), balıkçıllar (*Buxolestes*), kirpiler (*Pholidocercus*), primatlar (*Propithecus*), pangolinler (*Eomanis*), olası bir karıncayiyen (*Eurotamandua*), etçiller (*Paroodectes, Miacis*), yarasalar, kemirgenler, çift toynaklılar (*Messelobunodon*) ve dört at türü vardı. Bu sonuncular, ilkel equid olan *Hallensia* yalnızca Avrupa'da bilindiğinden, atların Kuzey Amerika'ya Avrupa'dan gittiğini gösteriyordu.

1. *Palaeochiropteryx*
2. buprestid
3. *Rhynchaeites*
4. *Eurotamandua*
5. *Zantedeschia*
6. *Eopelobates*
7. *Kopidodon*
8. *Leptictidium*
9. *Trionyx*
10. *Gastornis*
11. *Eocoracias*
12. *Cephalotaxus*
13. *Pholidocercus*
14. *Buxolestes*
15. *Asiatosuchus*
16. *Eurohippus*
17. *Aegialornis*
18. *Typha*

LEPTICTIDIUM (8) 75 cm'lik bu böcek yiyen ikibacaklı memeli, Messel'den çıkartılan en dikkate değer fosillerden biridir. Tıpkı Kretase'deki atalarınınki gibi bunun da pelvisinin çok ilkel yapısı, ayakları üzerinde koşabildiğini ama sıçrayıp zıplayamadığını gösteriyor.

İklim: paratropikal nemli

Yaygın canlılar: balıklar ve böcekler

Biyota: karasal ve sucul





TRIONYX (9) Uzun boyunlu ve yumuşak kabuklu bu trionychid su kaplumbağasının güçlü bir çenesi vardı. O dönemde neredeyse bütün dünyaya yayılmış olan bu hayvan 60 cm'lik boyuyla Messel'de çıkartılan en büyük kaplumbağaydı. Tıpkı günümüz akrabaları gibi subtropikal tatlı sularda avlanıyor ve kısmen balıkla besleniyordu.



GASTORNIS (10) Bu büyük ve güçlü uçamayan kuş, dev gagası, güçlü bacakları ve 1,75 m'lik boyuyla büyük avcılardan biriydi. Akrabaları Paleojen'de Avrupa'ya ve Kuzey Amerika'ya yayılmıştı.

EN ESKİ ANTHROPOID AKRABALARIMIZ

SHANGHUANG, GÜNEY JIANGSU EYALETİ, ÇİN

45 milyon yıl önce
Eosen Devresi'nin Lutesiyen Çağı

O zamanki enlem: 31° Kuzey
Şimdiki enlem: 31° Kuzey
Deniz düzeyi: +100 m
Orijinal ortam: subtropikal kireçtaşı karstı
Çökeller: dolgulu karst yarıkları
Durumu: ticari kireçtaşı ocaklarında
Korunanlar: çoğu diş ve çene kemiklerinden oluşan yalıtılmış omurgalı kalıntıları



Dünya, yaklaşık 45 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Çin'de Shanghuang'da bulunan Eosen'den kalma küçük dişler, çene kemiği parçaları ve ayak kemikleri anthropoidlerin en alt üyelerinden birine aitti. Bu buluntular daha ilkel primatlarla sonunda maymunların, insansı maymunların ve insanların evrildiği daha gelişmiş hayvanlar arasındaki boşluğu dolduruyordu.

Eosimias adı verilen ve primatların Paleojen'in daha Erken dönemlerinde ortaya çıktığını kanıtlayan bir hayvan, oluşturulan yeni bir familyaya yerleştirildi (Eosimiidae). Bu keşfe kadar bilinen en eski anthropoid fosili Mısır'da Fayum'dan çıkartılmıştı.

Eosimias, Mısır'da çıkartılan ilk anthropoidlerden çok farklıydı. 100 g'dan daha ağır olmayan bu minik primatın spatula benzeri öndişleri, büyük köpek dişleri ve anthropoid benzeri çene kemiği, onun gerçekten de çok ilkel, tarsiyer benzeri bir hayvan olduğunu gösteriyordu. Bilek anatomisi, lemur benzeri prosimiyen ve anthropoid özelliklerin bir karışımıydı. Bu da *Eosimias*'ın ayak görünüşünün maymun benzeri olduğunu, yani içe doğru hafif açılı değil de yere dönük olduğunu gösteriyordu. Öyle görünüyor ki bu minik primatlar, habitatları olan ormanda olasılıkla tipik prosimiyen tarzındaki dört ayaklarıyla yürüyüp koşmanın yanı sıra, dallarda sıçrayarak ya da sallanarak ilerlemek yerine, dört bacakları üstünde emekleyerek ve tırmanarak ilerliyordu.

İklim: subtropikal nemli

Yaygın canlılar: kemirgenler ve lagomorflar

Biyota: karasal

1. eosimiid
2. *Eosimias*
3. *Adapoides*



EOSIMIAS (2) Bu minik (100 g) primatın dişleri –anthropoid benzeri bir çene kemiğinin üzerindeki küçük öndişler ve büyük köpek dişleri ilkel ve gelişmiş özelliklerin bir karışımı gibi duruyor ve hayvanın tarsiyer benzeri çok ilkel bir anthropoid olduğunu düşündürüyor.



EOSIMIAS (2) bu 12 mm uzunluğundaki bilek kemikleri *Eosimias*'a atfediliyor (yakın sağ). Kemiklerin ayırt edici bir şekilde maymun benzeri yapıları vardır –Güney Amerika'da yaşayan modern sincap maymununun bilek kemiğine (uzak sağ) büyük benzerlik gösteriyor. Yere dönük ayak tabanlarına işaret eden topuk kemiği, *Eosimias*'ın bir anthropoid primat olduğu görüşünü destekler.

PRİMATLAR EOSEN'DE MISIR'DA YAYILIYOR

FAYUM, MISIR

34 milyon yıl önce

Oligosen Devresi'nin Rupeliyen Çağı

O zamanki enlem: 30° Kuzey
Şimdiki enlem: 29° Kuzey
Deniz düzeyi: alçalıyor (+75 m)
Orijinal ortam: kıyıda ormanla kaplı bataklık taşkın ovası
Çökeller: çamur, alüvyon, kum
Durumu: Kahire'nin güneybatısında değişik alanlarda yüzeylenmiş tabakalar
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış üç boyutlu kemikler ve bütün halinde bazı iskeletler



Dünya, yaklaşık 34 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Mısır'ın Batı Çölü'nün ucundaki Fayum, bir zamanlar kıyıda yer alan bir taşkın ovasıydı. Yaklaşık 33 milyon yıl önce hem tatlı su bataklıklarının hem de ırmak ağızlarının acı sulu bataklıklarının çevresinde neredeyse her türlü omurgalı hayvan yaşıyordu. Balıkçılların, leyleklerin, flamingoların ve zambak yapraklarının üzerinde gezinen iri ayaklı jakanaların da aralarında bulunduğu birçok sucul kuş türü, sığ sularda timsahların, kaplumbağaların ve denizineklerinin yanında yaşamlarını sürdürüyordu. Karabataklar balık yakalamak için sulara dalarken balık kartalları da yüzeyden uçarak balık arıyorlardı.

Fayum'dan çıkartılan memeli fosilleri hem soyu tükenmiş hem de hâlâ yaşayan gruplardan örnekler içeriyor. Soyu tükenmiş olanlar arasında otçul embrithopodlar (yaklaşık 4 m boyundaki gergedan benzeri *Arsinoitherium*) ve avcı hyaenodontlar vardı. Modern hayvanlar arasındaysa ilkel proboscidean *Moeritherium*, 3 m'lik sirenianlar, hyracoidler, kemirgenler ve ağaçlarda yaşayan ilk primatlar vardı.

Geç Eosen'de iklimin soğuması memeli faunalarında primatların daha az yayılması gibi birtakım değişikliklere yol açtı. İlk adapidler ve tarsiiformlar neredeyse yok oluyorlardı. Ama sonra anthropoidler Kuzey Afrika'da yayıldı; parapithecid *Apidium* ve aralarında *Aegyptopithecus*'un da bulunduğu sekiz catarrhine propliopithecid türü ortaya çıktı.

İklim: subtropikal nemli

Yaygın canlılar: deniz kabukluları, balıklar ve küçük memeliler

Biyota: karasal ve tatlı su sucul

1. *Ardea*
2. *Sarothrura*
3. *Apidium*
4. *Phiomia*
5. *Aegyptopithecus*
6. *Epipremnum*
7. *Arsinotherium*
8. *Pandion*
9. *Arctophilornis*
10. *Moeritherium*
11. *Nycticorax*
12. *Balaeniceps*
13. *Haliaetus*



ARSINOTHERIUM (7) Fayum bataklıklarında yaşamış soyu tükenmiş memelilerin en gariplerinden biri, yan yana duran bir çift burun boynuzu olan 4 m'lik bu otçuldu. Dişleri, büyük miktarda sert ve lifli bitkiyi öğütecek şekilde uyarlanmıştı. Yakın zamanda yapılan çalışmalar bu embrithopodların, proboscideanlarla ve sirenianlarla akraba olduğunu düşündürüyor.





MOERITHERIUM (10) 3 m'lik bu otçul hayvanın omuz yüksekliği 70 cm kadardı ve bugün su aygırlarının doldurduğu nişte yaşıyorlardı. Adının anlamı "Moeris Gölü Canavarı"ydı ve soyu tükenmiş moeritherlerdendi. Hayvanın dişlerinden, onun yumuşak bitkilerle beslendiği anlaşılmıştır.

65.5

ÇİÇEKLER VE BÖCEKLER BİRLİKTE EVRİM GEÇİRİYOR

34 milyon yıl önce

FLORISSANT, COLORADO, ABD

Eosen Devresi'nin Lutesiyen Çağı

O zamanki enlem: 39° Kuzey
Şimdiki enlem: 39° Kuzey
Deniz düzeyi: alçalıyor (+50 m)
Orijinal ortam: göl kıyısı
Çökeller: çamur ve volkanik kül
Durumu: yasal koruma altındaki Ulusal Anıt
Korunanlar: yassılaşmış ama birçoğunda fosilleşmiş yumuşak dokuların olduğu çok iyi korunmuş biyota



Dünya, yaklaşık 34 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Florissant'taki yaşamın zenginliği şimdiye kadar bulunmuş en ince ve zarif fosillerden bazılarını içermesinden gelir. Bütün haldeki çiçeklerin ve kelebeklerin en ince hatlarının izleri korunmuştur. Hem bitkilerin bol olması hem de 1500 dolayında böcek türünün varlığı bu iki grubun birlikte nasıl evrim geçirdiğine ilişkin önemli birçok ayrıntıyı gözler önüne seriyor –tozlaşmak için böceklerden yararlanmasalar, modern çiçekli bitkiler hayatta kalamazdı.

Orijinal çevre, bir yanardağın yakınında lavların set çekerek oluşturduğu göldü. Öldürücü piroklastik akıntılar, periyodik olarak gölün üzerinden geçmiş ve bunun sonucunda da küçük kara hayvanlarının bedenleri ve bitkilerin kalıntıları göl tabanındaki çökeltilerin arasına yerleşerek korunmuştu. Burada en bol bulunan omurgalı hayvanlar balıklardı –ikiyaşayışlılar ve sürüngenler çoktu, kuşlar ve memeliler çok enderdi ama köstebeklerin en eski akrabalarından biri de burada yaşıyordu. İkiyaşayışlılar ve sürüngenler hakkındaysa bilgi yoktur.

Burada yüzün üzerinde yayla bitkisi türünün kalıntıları bulunmuştur. Bunların arasında yaprak döken ağaçlar, palmiyeler ve *Sequoia* kütükleri de vardı. En bol olanlarsa *Ailanthus* ve *Koelreuteria*ların yanı sıra, artık soyu tükenmiş olan *Fagopsis* ve *Cedrelospermum*lardı. Bu da iklimin ılıman ile subtropikal arasında olduğunu, bunun yanında bölgenin, çamların ve meşelerin yüksek kesimlerde, gür ormanların da ırmak kenarlarında egemen olacağı kadar iyi yağış aldığını gösteriyor.

NEOJEN | KUVATERNER

23.03 | 2.59 | 0

İklim: sıcak nemliden subtropikale

Yaygın canlılar: bitkiler ve böcekler

Biyota: karasal ve göl çevresi

1. charadriid
2. *Mesohippus*
3. *Herpetotherium*
4. *Mahonia*
5. *Labiduromma*
6. *"Bledius"*
7. *Ephemera*
8. *Oligodonta*
9. *Rosa*
10. *Marquettia*
11. *Prodryas*
12. *Heriades*
13. *Florissantia*
14. *Aphodius*
15. *Microstylum*
16. *Koelreuteria*
17. *Nephila*
18. *Merycoidodon*
19. *Myopodagrion*
20. *Amelanchier*
21. *Vanessa*
22. *Palaeovespa*
23. *Holcorpa*
24. *Megacerops*
25. *Syrphus*



PRODRYAS (11) 1878'de keşfedilen, olağanüstü iyi korunmuş bu fırça ayaklı nymphalid kelebeğin kanat açıklığı 5 cm'ydi. Florissant'ta bulunan ilk fosillerden biri olan *Prodryas*, Orta ve Güney Amerika'da yaşayan kelebeklere benziyor ve hâlâ orijinal renk örüntüsünü koruyor.



FLORISSANTIA (13) Çiçek fosillerine, dokuları çok narin olduğu için aşırı derecede ender rastlanır. 2 cm genişliğindeki bu çiçek, olgunlaşmış meyvesini rüzgârın saçmasına yardımcı olabilmek için biraz sertleşmiş -bu da onun fosilleşme şansını arttırmış.



PALAEOVESPA (22) 2 cm'lik bu yabanarısı Vespidae familyasının bir üyesi ve de Florissant'ta çıkartılan en ünlü fosillerden biridir. Günümüz yabanarıları gibi olasılıkla sosyal bir böcekti ve yavruları için çok ince duvarlı çok sayıda odası olan bir yuva yapmıştı. Florissant'ta birkaç türü bulunmuştur.

65.5

İLK SAVANA ÇAYIR TOPLULUĞU

SHAND GOL, MOĞOLİSTAN

İklim: Kuzey Yarımküre sıcak ılıman
Biyota: karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 44° Kuzey
Şimdiki enlem: 44° Kuzey
Deniz düzeyi: +50 m
Orijinal ortam: çayırlık savana
Çökeller: kum ve alüvyon
Durumu: Ulan Batur'un güneybatısındaki çöl buluntu yeri
Korunanlar: çoğu küçük ve yalıtılmış diş ve kemik parçası



Dünya, yaklaşık 30 myö



Günümüzdeki fosil sahası

1920'li yıllarda Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin Orta Asya'ya düzenlediği keşif gezilerindeki en dikkat çekici keşiflerden biri, omuzlarının yerden yüksekliği 5 m'yi bulan ve bilinen en büyük kara hayvanı olan *Indricotherium*'un fosiliydi. Gergedanların akrabası olan bu dev hayvan açıklık arazilerde –olasılıkla Eski Dünya'nın ot ağırlıklı beslenen en eski topluluğunun bir üyesi olarak– otluyordu.

Shand Gol'un Oligosen memeli faunası o bölgenin eskiden var olan Geç Eosen faunasından çok farklıydı. Gergedan büyüklüğündeki brontotherler, tapiroidler ve ayı benzeri toynaklı mesonychidlerin sonuncusu artık yoktu. Gerçi domuz benzeri enteledontlar, etçil hyaenodontlar ve geyik benzeri artiodactyller gibi hâlâ hayatta kalmayı başarmış birkaç arkaik hayvan vardı. Bunlarla birlikte geviş getiren artiodactyller, kemirgenler, gelişmiş birkaç etçil ve kedi benzeri nimravidlerin yanı sıra, ilk gerçek kediler gibi yeni ortaya çıkan bazı gruplar bunlarla birlikte yaşıyordu.

Ancak orta büyüklükteki memeliler neredeyse hiç yoktu. Onun yerine küçük kemirgenler ve lagomorflar egemendi; yüksek taçlı dişleri ot gibi kumlu bitkileri yemek için çok iyi uyarlanmıştı. Buna karşın, sonraki savana-mozaik topluluklarıyla hiçbir süreklilik göstermezler –modern çayır memelileri faunasının evrimi olasılıkla Afrika'da gerçekleşmiştir.

1. *Plesictis*
2. *Hyaenodon*
3. *Palaeoprionodon*
4. *Amphicynodon*
5. *Indricotherium*
6. *Cricetops*
7. *Ochonta*
8. *Nimravus*
9. *Tupaiodon*



3 PALAEOPRIONODON (3) Erken Oligosen'de gerçek kedilere benzeyen birkaç küçük hayvan ortaya çıkmıştı. Bu arkaik viverrid "feloid"ler günümüz misk kedilerini andırıyordu. Tıpkı misk kedisininki gibi bir kafatası ve dişleri olan *Palaeoprionodon*'un, olasılıkla küçük omurgalılarınkine benzeyen bir beslenme tarzı vardı.

5 INDRICOTHERIUM (5) Gelmiş geçmiş en büyük kara memelisi olan bu hayvan, *Paraceratherium* ve *Baluchitherium* olarak da bilinir. Gergedanınkine benzeyen 1,4 m'lik bir kafatası ve hyracodont benzeri dişleri –asıl dikkat çekici olan bitki sıyırmak için uyarlanmış üst öndişleri– vardı. Omuz yüksekliği 5 m'yi bulan bu dev memelinin bacakları uzun ve görece inceydi. Uzun boynu sayesinde ağaçların en üst yapraklarına bile erişebiliyordu.





65.5

AVUSTRALYA'DA BİR "NUH'UN GEMİSİ"

RIVERSLEIGH, QUEENSLAND, AVUSTRALYA

İklim: Güney Yarımküre nemli subtropikal
Biyota: kara ve tatlı su omurgalıları

O zamanki enlem: 19° Güney
Şimdiki enlem: 19° Güney
Deniz düzeyi: bugünkü düzeyinde
Orijinal ortam: göl kenarı ve alçak alan ormanı
Çökeller: karbonatlı göl tabanı çamuru
Durumu: Queensland'in kuzeybatısındaki çorak arazide dağınık halde bulunan yüzeylenmiş kireçtaşı tabakaları
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış üç boyutlu kemikler


Dünya, yaklaşık 23 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Avustralya dünyanın geri kalanından yalıtılmış duruma geldiğinde memeli evriminin marsupiyallerin egemen olduğu aşaması korunmuş oldu –başka kıtalarda daha sonra hep plasentalı memeliler egemen olacaktı. Sonuç olarak Riversleigh'deki 23 milyon yıllık göl tabanı çamurları, paleontologlar için Geç Oligosen ve Erken Miyosen'de yaşamış bir dizi özgün memeliye açılan bir pencere oldu.

Bunların en büyüğü olan ve çok sayıda bulunan, suaygırı büyüklüğündeki otçul memeli *Neohelos* günümüzde yaşayan hiçbir hayvana benzemiyordu. Varlıkları o dönemki gür bitki örtüsünün de varlığını ortaya koyuyor. Dönemin az sayıdaki avcı hayvanı arasında kedi büyüklüğündeki marsupiyal "aslan" *Priscileo*, etçil kanguru *Ekaltadeta*, timsahlar ve yılanlar vardı. Ama bunların sayıca az olması *Bullockornis* gibi uçamayan kuşların hayatta kalmasını sağlıyordu. Ağaç tepelerinde altı keseli sıçan türü ile birçok ötücü kuş türü yaşarken minik valabiler ve marsupiyal köstebekler sürekli orman tabanını temizliyordu.

Alçak düzlükteki yağmur ormanı, kireçtaşı karstı üzerinde gelişmişti. Buradaki mağaralar da çok sayıda yaprak burunlu yarasanın yuvası olmuştu. Yeraltı sularının yüksek düzeyi, içlerinde kaplumbağaların, kurbağaların, yılanların, kedibalıklarının, 4 m büyüklüğündeki akciğerli balıkların ve timsahların –bunlardan birinin fosili ağzındaki küçük bir *Priscileo* kafatasıyla bulunmuştur– kaynadığı yarı kalıcı göller ve ırmaklar oluşturmuştu.

23 milyon yıl önce
Miyosen Devresi'nin Akitaniyen Çağı

Yaygın canlılar: balıklar, yarasalar, kuşlar ve küçük marsupiyaller

1 *Litokoala*	11 *Litoria*
2 *Namilamadeta*	12 *Nimbacinus*
3 *Priscileo*	13 meliphagid
4 *Bullockornis*	14 *Paljara*
5 *Montypythonoides*	15 paradisaeid
6 *Distoechurus*	16 *Pseudochirops*
7 *Hypsiprymnodon*	17 *Ekaltadeta*
8 *Yalkaparidon*	18 *Brachipposideros*
9 *Burramys*	19 *Neohelos*
10 *Strigocuscus*	20 *Physignathus*

PRISCILEO (3) Bu marsupiyal "aslan" günümüz kangurularıyla akrabadır. Altsoyları Pleistosen'in leopar büyüklüğündeki avcılarına dönüşmüştür. Ne var ki bunların da soyu 40.000 yıl önce tükenmiştir.





YALKAPARIDON (8) Resmi olmayan adıyla "thingodon", 30 cm boyunda bir marsupiyaldi. Marsupiyallerin tipik özelliklerini taşıyan altçene kemiği ve dişleri bulunana kadar bu hayvanın ender rastlanan plasentalı bir memeli olduğu sanılıyordu. Solucan yemede uzmanlaşmış bu küçük memeli hâlâ bilinen hiçbir marsupiyal sıraya sokulamamaktadır.

EKALTADETA (17) Modern kangurular otçul hayvanlardır. Ama yalnızca 18 cm'lik birkaç kafatasından bilinen, soyu tükenmiş bu hayvanın dişleri onun ya etçil ya da hepçil olduğunu gösteriyor. Alt ön dişleri delmek için, küçük azıdişleri tutmak ve kesmek için, büyük azıdişleri de çiğnemek için uyarlanmıştı. Kenardaki çıkıntılar, kemiğin dişetlerini delmesini engelliyordu –bir başka etçil hayvan özelliği.



AFRİKA'DA İNSANSI MAYMUN EVRİMİNİN BAŞLARI

RUSİNGA ADASI, VICTORIA GÖLÜ, KENYA

İklim: mevsimlik yağışlı tropikal

Biyota: kara bitkileri ve omurgalıları

O zamanki enlem: 0°
Şimdiki enlem: 0°
Deniz düzeyi: +10 m
Orijinal ortam: volkanik yükseltilerle çevrili alüvyonlu taşkın ovası
Çökeller: volkanik kül
Durumu: şimdi çoğu tarım arazisi olan bir adadaki buluntu yerleri
Korunanlar: uç boyutlu kısmi iskeletler



Dünya, yaklaşık 18 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Afrika'daki Büyük Yarık Vadisi'nde bir yanardağın eteklerindeki Rusinga taşkın ovaları ve ormanlık alanları, sık sık kül yağmurunun etkisinde kalıyordu. Bu kül yağmuru sayesinde birçok bitki ve hayvanın kalıntıları günümüze kadar korunabilmiştir. Karasal fosil yataklarında pek görülmeyen bir şekilde buradaki fosillerin çoğu –ilk boynuzluların, kemirgenlerin ve *Proconsul* gibi insansı maymunların neredeyse eksiksiz iskeletleri– orijinal habitatlarına yakın orman toprağında korunmuştu.

İlkel görünüşlü proconsulidler görece büyük beyin hacimleri, diş yapıları ve kuyruksuz oluşlarıyla hominoid olarak sınıflandırılırlar. Büyüklükleri iri bir maymunla dişi bir goril arasında değişen bu hayvanların iskelet analizleri, onların ağaçta yaşadığını ve maymun benzeri atalarının genel özelliği olan dört ayak üzerinde yürüme özelliğini taşıdıklarını düşündürüyor. Köpek dişlerinde görülen cinsel dimorfizmden, tek eşli sosyal gruplar halinde değil de baskın bir erkek, birkaç dişi ve yavrulardan oluşan daha büyük hiyerarşik gruplar halinde yaşadıkları anlaşılıyor.

Rusinga'da *Dendropithecus* gibi ağaçlarda yaşayan daha küçük insansı maymunlarla birlikte iki *Proconsul* türü de bulundu. Bunlardan başka lorisler, uçan sincaplar ve orman tabanındaki yaprak yığınları arasında yaşayacak şekilde uyarlanmış filfaresi gibi hayvanlar da vardı.

18 milyon yıl önce
Miyosen Devresi'nin Burdigaliyen Çağı

Yaygın canlılar: orman bitkileri ve kemirgenler

1. *Chalicotherium*
2. *Gymnurechinus*
3. *Proconsul*
4. *Paranomalurus*
5. *Masritherium*
6. *Rhynchocyon*
7. *Python*
8. *Gomphotherium*
9. *Dendropithecus*
10. *Hyainailourus*
11. *Dorcatherium*







PROCONSUL (3) En iyi bilinen proconsulid primatların, ağırlıkları 17-50 kg arasında değişen ve boyları 1 m'ye yakın dört türü vardır. Bunların beyinleri büyük bir maymununki kadardı ama kulak bölgeleri daha çok insansı maymunlarınkine ve cercopithecoid maymunlarınkine benziyordu. Kol ve bacak oranları maymunlarınki gibiydi ve beden boyutlarına göre oldukça kısaydı. Bu hayvanlar, maymun ile ilkel insansı maymun özelliklerinin karışımı olan özellikler taşıyordu.



DENDROPITHECUS (9) Tıpkı günümüz örümcek maymununkilere benzeyen uzun, ince kol ve bacaklarıyla *Dendropithecus* olasılıkla dört ayağı üzerinde yürüyor ama aynı zamanda kollarıyla dallarda sallanarak ilerliyordu. 9 kg ağırlığındaki bu hayvanın, birçok çene kemiği ve dişine bakılarak meyve ve yaprakla beslendiği anlaşılıyor. *Dendropithecus*'un her iki cinsinde de köpek dişleri uzun ve keskindi.

HİMALAYA YAMAÇLARINDA YAŞAM

SIWALIK TEPELERİ, HİNDİSTAN VE PAKİSTAN

İklim: mevsimlik yağışlı sıcak ılıman

Biyota: karasal ve ırmak çevresi

O zamanki enlem: 34° Güney

Şimdiki enlem: 34° Kuzey

Deniz düzeyi: ~20 m.

Orijinal ortam: Irmak taşkın ovası

Çökeller: kemik açısından zengin ırmak yatağı dolgusu ve kum

Durumu: Potwar Platosu boyunca yamaçlarda dağınık halde birçok buluntu yeri

Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış iskeletlerin üç boyutlu kemikleri



Dünya, yaklaşık 12 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Kuzey Hindistan ve Pakistan'da 1830'da keşfedilen Neojen Siwalik Formasyonları bilinen en uzun ve zengin karasal omurgalı faunası dizilerini içerir. 22 milyon yıl önceyle 2 milyon yıl önce arasında erozyonla Himalayalar'dan gelen çökeltiler sıkışarak Siwalik Tepeleri'ni oluşturdu. Bu sırada küçük kemirgenlerden ilk fillere ve *Sivapithecus* gibi Asya insansı maymunlarına kadar Neojen yaşamından birçok hayvanın kalıntılarını da günümüze dek korudu.

2-5 km kalınlığındaki tabakalar günümüzde onlarca kilometre boyunca yüzeye çıkmış durumdadır. Tipik olarak fosiller –eklemlerinden ayrılmış yüzlerce hatta binlerce kemikten oluşan yığınlar– örgü şeklindeki bir ırmak sisteminin küçük yataklarını doldurmuştur.

Burada bitkiler çok seyrektir ama deniztarağı ve salyangoz gibi sucul omurgasızlar, kemikli balıklar, ikiyaşayışlılar, kaplumbağalar, timsahlar ve bunların yanında kara memelileri ve kuşlar çok boldur. Potwar Platosu'ndaki 900 buluntu yerinden toplanmış 40.000'i aşkın örnek üzerinde, yakın zamanda yapılan bir analiz bu hayvanların yüzde 80'inden çoğunun 13 farklı takımdan memeli olduğunu ortaya koymuştur. Herhangi bir dönemde burada yüzde 60'ı kemirgen (örneğin *Eutamius*) ya da artiodactyl (örneğin *Hippopotamodon*, *Giraffokeryx* ve *Protragocerus*) olan en az 50 ya da daha çok memeli türü bulunuyordu.

12 milyon yıl önce
Miyosen Devresi'nin Serravaliyen Çağı

Yaygın canlılar: kemirgenler ve artiodactyller

1. *Hippopotamodon*
2. *Percrocuta*
3. *Platybelodon*
4. *Protragocerus*
5. *Hyainailourus*
6. *Sivapithecus*
7. *Gomphotherium*
8. *Chalicotherium*
9. *Eutamius*
10. *Giraffokeryx*

SIVAPITHECUS ÇENESİ (6) Çene kaslarının tutunduğu bu güçlü çene kemiğinin yapısı ısırmalarda ortaya çıkan gerilme kuvvetlerine dayanacak biçimde gelişmişti. Üstteki öndişlerle alttakilerin arasındaki açıklık çeşitli meyvelerin sert kabuklarını soyacak şekilde uyarlanmıştı.



SIVAPITHECUS (6) 15 cm uzunluğundaki kafatası ve kalın mineli dişleriyle bu pongin hominidi, orangutanların atalarından biridir. Tıpkı öteki insansı maymunlar gibi mineli dişleri olan *Sivapithecus*'un da meyveye dayalı bir beslenme tarzı vardı. Kısmen yerde yaşıyordu - orangutanların ve günümüzün öteki insansı maymunlarının "sallanarak ilerleme" özelliğine yönelik çok az kanıt vardır.





GIRAFFOKERYX (10) Giraffidae familyasından olan okapi benzeri bu ilkel artiodactyl, Afrika ve Avrasya'ya yayılmıştı. Başının üstündeki bir çift, ucu toplu, boynuz benzeri kemiksi çıkıntı ayırt edici özelliğiydi.

65.5

EN ESKİ İNSAN AKRABALARIMIZ

DJURAB ÇÖLÜ, ÇAD

İklim: Kuzey Yarımküre subtropikal
Biyota: karasal ve göl çevresi

O zamanki enlem: 16° Kuzey
Şimdiki enlem: 16° Kuzey
Deniz düzeyi: + 10 m
Orijinal ortam: göl kenarında galeri ormanı
Çökeller: göl kıyısındaki kum ve kil
Durumu: uzak ve ulaşılmaz bir çöl bölgesinde dağınık halde yüzeylenmiş tabakalar
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış ve bazı kırıkları olan üç boyutlu kemikler


Dünya, yaklaşık 7 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Bilinen en eski insangil (hominid) olan *Sahelanthropus tchadensis* 2002'de tanımlandı ve adlandırıldı. Boyu 1 metre dolaylarında olan bu insangilin fosil kalıntıları, öteki akrabalarımızın çoğunun fosillerinin bulunduğu Doğu Afrika Rift Vadisi'nden 2500 km kadar ötede, Çad'ın kuzeyinde keşfedildi. Anlaşılan ilk insangiller daha önce sanıldığından çok daha geniş bir alana yayılmıştı.

İnsansı maymunların kafatasını insan benzeri birçok özellikle birleştiren *Sahelanthropus*, belki de insan ile insansı maymun soy hatlarının ayrılmasından (Rift Vadisi'nin Etiyopya bölümündeki 10 milyon yıllık tabakalarda bulunan en eski goril *Chororapithecus* fosiliyle de kanıtlanmıştır) kısa süre sonra evrimleşen en eski atamızdır.

7 milyon yıl önce Çad'ın Djurab Çölü, galeri ormanı ve savanayla kuşatılmış bir gölün kıyısıydı; çölleşme süreci de kısa süre önce başlamıştı. Bu çevre, balık, timsah ve ikiyaşayışlı özellikleri taşıyan memelilerden oluşan zengin bir sucul biyotanın yanı sıra, kemirgenler, filler, boynuzlular, equidler ve colobine maymunlarıyla *Sahelanthropus* gibi primatlardan oluşan karasal memeliler için de –toplam 44 takson– uygun habitatlar sağlıyordu.

7 milyon yıl önce

Miyosen Devresi'nin Messeniyen Çağı

Yaygın canlılar: balıklar ve boynuzlular

1. *Ictitherium*
2. *Sahelanthropus*
3. *Machairodus*
4. *Anancus*
5. *"Macrotermes"*
6. *Hipparion*
7. *Orycteropus*
8. *Hexaprotodon*
9. *Nyanzachoerus*
10. *Kobus*
11. cercopithecoid
12. *Sivatherium*



SAHELANTHROPUS (2) Bu küçük ama çarpıcı kafatası, günümüz Çad'ında 5-8 milyon yıl önce yaşamış, 1 m boyundaki insansı maymun benzeri bir hayvana aittir. Kafatasında ilkel insansı maymun özellikleriyle daha gelişmiş insangil özellikleri bir arada görülmektedir.



SAHELANTHROPUS CANLANDIRMASI (2) Fosilleşme sürecinde orijinal kafatasının biçimi bozulmuştur. Ama kafatasının sanal yeniden canlandırmasında hem bozulmalar giderilmiş hem de görece düz bir yüz ve belirgin kaş çıkıntısı gibi insangil özellikleri korunabilmiştir.



NYANZACHOERUS (9) Bu domuzun fosilleri Kenya'da Lothagam'da bulunan ve aynı evrim düzeyindeki akrabalarınınkilere benziyor. Farklı yürütülen tarihlendirmeler bunların 5,2-7,4 milyon yaşında olduğunu ve *Sahelanthropus* ile aynı dönemde yaşadıklarını ortaya koymuştur.

65.5

İKİ AYAK ÜZERİNDE YÜRÜME –İNSANLIK İÇİN "DEV BİR ADIM"

LAETOLI, TANZANYA

İklim: ekvatoryal
Biyota: karasal

O zamanki enlem: 3° Güney
Şimdiki enlem: 3° Güney
Deniz düzeyi: alçak (-60 m)
Orijinal ortam: kuru savana ve ağaçlık
Çökeller: volkanik kül
Durumu: ayak izlerinin bulunduğu yer koruma altındadır
Korunanlar: soğumuş kül üzerinde kalmış üç boyutlu iz fosilleri



Dünya, yaklaşık 3.6 myö



Günümüzdeki fosil sahası

1970'li yıllara kadar iki ayak üzerinde dik yürümenin yalnızca insanlara özgü bir özellik olduğu düşünülüyordu. Ama sonra gelmiş geçmiş en sarsıcı fosillerden biri –Tanzanya'daki Laetoli'de kurumuş ırmak yatağında, soğumuş bir kül ve çamur tabakasının üzerindeki 3,6 milyon yıllık bir dizi ayak izi– bulundu.

Ayak izlerinin, insanın –tıpkı bizim bugün yürüdüğümüz gibi iki ayak üzerinde dik yürüyen– çok eski atalarından birine ait olduğu açıktı. Yine de bu izleri bırakan "insanlar" küçük, bir metre boylarında, küçük beyinli, insansı maymun benzeriydi. Bunlar büyük olasılıkla *Australopithecus afarensis* ya da –Etiyopya'da Hadar'da birkaç yıl daha önce yapılan ünlü keşfe atfen– daha iyi bilinen adlarıyla "Lucy'nin insanları"ydılar. Birbirine paralel iki sıra ayak izi, "el ele yürüyen bir dişi ve erkek" gibi bir türlü kanıtlanamayan birçok spekülasyona açıktı.

İnsangil izlerinin yanında fillerden gergedanlara, zürafalardan sırtlanlara, kuşlara, hatta bazı böceklere kadar değişen birçok hayvanın izleri de vardı. Yakındaki bir yanardağdan yeni düşmüş küller, izleri bölgedeki doğal yaşamın bir enstantanesi şeklinde muhafaza etmiş, üstlerine gelen çökelti tabakaları da onları daha sonraki erozyonlardan korumuştu.

3,6 milyon yıl önce

Pliyosen Devresi'nin Zankleyen Çağı

Yaygın canlılar: kuşlar ve küçük memeliler

1. *Madoqua*
2. *Numida*
3. *Loxodonta*
4. *Diceros*
5. *Giraffa*
6. *Australopithecus afarensis*
7. hayvan izleri
8. insangil ayak izleri

AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS (6) Parçalar halindeki bu iskelet ilk insangillere ait, bulunabilmiş en eksiksiz iskelettir –iskeletin Laetoli'de bulunan çene kemiği dışındaki bütün bölümleri Hadar'da bulunmuştur.





HAYVAN İZLERİ (7) Laetoli ayak izleri yalnızca insangillerin değil, fillerden gergedanlara, zürafalardan sırtlanlara, kuşlara hatta bazı böceklere kadar değişen birçok hayvanın da varlığını gösteriyordu.

İLK AYAK İZLERİ (8) Radyometrik tarihlendirme yöntemiyle, donmuş volkan küllerine işlemiş ve 70 m boyunca süren bu ayak izlerinin 3,6 milyon yaşında olduğu anlaşıldı. Volkanik kül, soyu tükenmiş australopithecinlerin –olasılıkla *Australopithecus afarensis*'in– iki ayak üzerinde dik yürüdüğünü kanıtlayan, bilinen en eski iz fosilini korumuştu.



"İNSANLIĞIN BEŞİĞİ"
STERKFONTEIN, GÜNEY AFRİKA

İklim: mevsimlik yağışlı, sıcak yarı kurak
Biyota: karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 26° Güney
Şimdiki enlem: 26° Güney
Deniz düzeyi: +25 m
Orijinal ortam: seyrek çalılarla kaplı ağaçlık savana
Çökeller: mağara kemik yatakları
Durumu: Dünya Mirası Sahası olarak korunan bir buluntu yeri
Korunanlar: üç boyutlu kemikler ve kısmi iskeletler


Dünya, yaklaşık 2.8 myö


Günümüzdeki fosil sahası

Güney Afrika'da 1920'li yıllarda yapılan insangil fosili keşifleri, Darwin'in insanın atalarının Afrika'da olması gerektiği öngörüsünü destekleyen ilk kanıtlardı. Bu tarihten önce Uzak Doğu'daki fosil bulguları, insanlığın Asya'da doğduğu görüşünü destekliyordu.

Güney Afrika'da yapılan ilk keşif –1925'te Raymond Dart tarafından tanımlanan genç bir *Australopithecus africanus*–, Robert Broom, Sterkfontein Vadisi'ndeki kireçtaşı mağaralarında yeni kalıntılar buluncaya dek uluslararası bilim camiasınca uzunca bir süre görmezden gelindi. Broom'un bulduğu yetişkin *Australopithecus africanus* kafatası, insanın önceden bilinen akrabalarından daha ilkel bir grup soyu tükenmiş insansı maymun benzeri hayvanın Afrika'da evrim geçirdiğini kanıtlıyordu.

O zamandan sonra Sterkfontein mağaralarında 4-2.8 milyon yıl önceye tarihlenen 500'ün üzerinde insangil fosili, Swartkrans ile Kromdraai yakınlarında da daha başka birçok fosil bulundu. Bu fosillere çok geniş bir yelpazede, aralarında otçul antiloplar ve boynuzluların yanı sıra, sırtlan, kılıçdişli kedi, aslan ve leopar gibi etçillerin de bulunduğu büyük memeliler eşlik ediyordu. Mağaralardaki kemik yığınları olasılıkla mağaralarda yaşayan özellikle sırtlan, büyük kedi ve kartal gibi avcıların avlanmasının ve leş yemesinin sonucuydu.

2,8 milyon yıl önce
Miyosen Devresi'nin Piyasenziyen Çağı

Yaygın canlılar: boynuzlular

1. *Protea*
2. *Megalotragus*
3. *Panthera pardus*
4. *Canis mesomelas*
5. *Australopithecus africanus*
6. *Stephanoeatus*
7. *Hippotragus*
8. *Antidorcas*
9. *Homotherium*
10. *Papio*



AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS (5) Ayırt edici şekilde eğimli bir yüzü olan bu kafatası, 80 yaşını aşmış Robert Broom tarafından Sterkfontein'de bulunmuştur. Önce Bayan Ples takma adıyla anılan kafatasının daha sonra bir erkeğe ait olduğu anlaşılmıştır.



OMURGA (5) Yüzü insansı maymunlarınkine çok benzese de Robert Broom'un keşfi olan bu iskelet parçasından *Australopithecus africanus*'un bir insansı maymun değil de dik yürüyebilen bir insangil olduğu anlaşılıyor. Leğen kemiği, geniş kalçaları ve kabarık karnıyla ayırt edici bir şekilde insan benzeri özellikler taşıyor; ama iskeletin genel oranları da *Australopithecus afarensis*'inkilere benziyor.



HOMOTHERIUM (9) Günümüzün erkek aslanı büyüklüğünde olan soyu tükenmiş bu büyük kedinin görece uzun ön bacakları onun "sıcak takip"te kolayca ivmelenmesini sağlıyordu. Gelişmiş köpek dişleriyle de öldürücü ısırıklar atabiliyordu.

65.5

İNSANI, ALETLER Mİ İNSANLAŞTIRDI?

OLDUVAI, TANZANYA

İklim: bir buzul çağına doğru soğumakta olan yarı kurak tropikal

Biyota: otçul hayvanlarla dolu ağaçlık çayır

O zamanki enlem: 3° Güney
Şimdiki enlem: 3° Güney
Deniz düzeyi: +25 m
Orijinal ortam: ırmak ve göllerin bulunduğu yüksek savana
Çökeller: volkanik küllü göl ve ırmak kenarı çökeltileri
Durumu: artık Ngorongoro koruma bölgesi ile Serengeti Ulusal Parkı'nda yer alan, fosil toplamak için izin alınması gereken bir buluntu yeri
Korunanlar: çoğu kısmen fosilleşmiş ve eklemlerinden ayrılmış kemikler



Dünya, yaklaşık 1,8 myö



Günümüzdeki fosil sahası

Yaklaşık 1,8 milyon yıl önce insanın akrabası olan, dik yürüyen iki küçük tür Doğu Afrika'da bir arada yaşıyordu. Bunlar kaslı çenesiyle uzman bir otçul olan *Paranthropus boisei* ve et de yiyen ama daha çok otçul olan *Homo habilis*'ti. Olduvai'nin yüksek bölgelerindeki ağaçlı çayırlıklar, göller ve ırmaklar her iki insangil için de bol miktarda yiyecek sağlıyordu. Ama aynı zamanda onlar da daha güçlü avcı hayvanlar –büyük kediler ve sırtlan sürüleri– için birer avdı. Erken Pleyistosen'deki hayvanların çoğu artık günümüzdeki görünümlerindeydi. Yine de bugün var olmayan bazı cinslerden o dönemde hayatta olan üç toynaklı at *Hipparion* ya da fil benzeri *Deinotherium* gibi birkaç tür vardı.

Olduvai'deki fosiller ilk kez 1913'te Alman jeolog Hans Reck tarafından bulundu. 1931'de Louis Leakey, Olduvai çökellerinin yaklaşık 1,8 milyon yaşındaki en alçak ve en eski tabakalarında kaba taş aletlere rastladı. Aynı ırmak ve göl yataklarında daha sonra 1959'da "Fındıkkıran İnsan"ın (*Paranthropus boisei*) çok güzel bir kafatası, 1960'ta da "Becerikli İnsan"ın (*Homo habilis*) ilk kalıntıları bulundu. Leakey, bulunan taş aletleri, küçük beyinli olmasına karşın, cinsimiz *Homo*'nun en eski üyesi *Homo habilis*'in yaptığını ve Doğu Afrika Rift Vadisi'nin de insanlığın beşiği olduğunu ileri sürdü.

1,8 milyon yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Kalabriyen Çağı

Yaygın canlılar: boynuzlular, özellikle antiloplar ve onları avlayan hayvanlar

1. *Paranthropus boisei*
2. *Hipparion*
3. *Panthera leo*
4. *Deinotherium*
5. *Homo habilis*
6. taş aletler
7. *Sivatherium*
8. *Pelorovis*
9. *Crocuta*



PARANTHROPUS BOISEI (1) *Paranthropus boisei*'nin büyükçe kafatasında lifli bitkileri yemek için gelişmiş güçlü bir çene kemiğinin yanı sıra, 521 cm³'lük küçük bir beyin vardı. Bunlar 1,3 m boylarında, dik yürüyen, sosyal insangillerdi ve milyonlarca yıl yaşadılar.



HOMO HABILIS (5) İlk kez Olduvai'de tanımlanan bu küçük (1,3 m boyunda) insangil, küçük beyni nedeniyle zaman zaman *Australopithecus* cinsine konmuştur. Olasılıkla başka avcı hayvanların avladığı hayvanların leşlerini de yiyen bir toplayıcıydı.



OLDOWAN TAŞ ALETLERİ (6) Tabakaların en alt katmanlarında bulunan bu ilkel çakıltaşı aletlerin artık 1,9-1,6 milyon yıllık olduğu biliniyor.

İNSANIN AVRUPALI ATALARI

GRAN DOLINA, ATAPUERCA, İSPANYA

İklim: Kuzey Yarımküre sıcak ılıman

Biyota: karasal

O zamanki enlem: 42° Kuzey
Şimdiki enlem: 42° Kuzey
Deniz düzeyi: + 25 m
Orijinal ortam: kireçtaşı karstı
Çökeller: kireçtaşı karstı
Durumu: yasal olarak korunan Dünya Mirası Sahası
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış ama iyi korunmuş üç boyutlu kemikler



Dünya, yaklaşık 780.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

Batı Avrupa'daki yeni bulgular, Orta Pleyistosen Buzul Çağı'ndaki insan evrimine ilişkin düşüncelerimizi biraz karmaşıklaştırmıştır. Gran Dolina'daki kireçtaşı yarıklarında bulunan ve yaklaşık 780.000 yıl öncesine tarihlendirilen fosillerin arasında bir çocuk kafatasının parçalarıyla birkaç yetişkinin kemikleri de vardı. Bunlardan bazılarında taş aletlerle yapıldığı anlaşılan kesik izlerine rastlandı. Bu da insanın akrabası olan bu türde yamyamlığın varlığını akla getiriyordu.

İspanyol kazı ekibi bunları *Homo antecessor* adlı yeni bir tür olarak kabul etti. Ama konunun uzmanlarının tümü onlarla aynı görüşte değil. Bulunan kalıntılar, İtalya'da Ceprano'da çıkartılan ve aynı yaşlarda olan bir kafatasına çok benziyor. Ayrıca İspanyolların bulduğu kafatasındaki çift kemerli kemikli kaş çizgisi gibi bazı arkaik özellikler, onu *Homo erectus* ile ilişkilendiriyor. Bununla birlikte dişlerde, modern insanın atası olan *Homo heidelbergensis* ile bağlantılı olduğunu gösteren daha modern bazı özellikler de var. Nasıl adlandırılırsa adlandırılsın Gran Dolina'da bulunan tür, doğrudan atalarımıza uzanan soy hattındaydı.

Bunun da ötesinde İngiltere'de Doğu Anglia'daki Pakefield'dan çıkartılan 700.000 yıllık kaba taş aletlerden oluşan yeni bulgular, *heidelbergensis* öncesi toplulukların Avrupa'da önceden sanıldığından çok daha yaygın olduğu görüşünü güçlendirmiştir.

780.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin İyoniyen Çağı

Yaygın canlılar: kemirgenler ve boynuzlular

1. *Homo antecessor*
2. *"Equus altidens"*
3. *Bison voigtstedtensis*
4. aletler
5. *Stephanorhinus etruscus*
6. *Ursus*
7. *Marmota*
8. *Lynx*
9. *Eucladoceros giulii*
10. *Sus scrofa*
11. *Vulpes praeglacialis*
12. *Dama*



HOMO ANTECESSOR (1) İspanyol araştırmacılar 780.000 yaşındaki bu kafatası parçalarının *Homo sapiens*'in evrimsel soy hattında yer alan yeni bir türe ait olduğunu ileri sürüyor. Öte yandan bazı araştırmacılar da kafatasındaki bazı özelliklerin, onu modern insanın daha önceden tanımlanmış atası *Homo heidelbergensis* ile ilişkilendirdiğini düşünüyor.



İSKELET (1) Gran Dolina'da birkaç yetişkin *Homo antecessor* insangil kalıntısı bulundu. Birbirinden yalıtılmış halde bulunan bu kalıntılardaki kesik izleri, üzerlerindeki etin soyulduğunu, yani bu türün belki de yamyam olduğunu düşündürüyor.



ALETLER (4) *Homo antecessor* kalıntılarının yanında şimdiye kadar 200 dolayında ilkel çakıltaşı alet de bulunmuştur. Tıpkı Olduvai'de bulunan taş aletler gibi, bunlar da çakılların birbirine vurulmasıyla üretilmiş kaba ama keskin taş aletlerdi.

"ASYALI KÖKEN" GİZEMİ

ZHOUKOUDIAN, PEKİN, ÇİN

İklim: soğuk kuru

Biyota: karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 39° Kuzey

Şimdiki enlem: 39° Kuzey

Deniz düzeyi: +100 m

Orijinal ortam: kireçtaşı mağarası

Çökeller: mağara tabanı çökelleri

Durumu: 1987'den beri Dünya Mirası Sahası

Korunanlar: üç boyutlu ama eklemlerinden ayrılmış iskeletler



Dünya, yaklaşık 540.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

"Pekin İnsanı"nın (ilk önce *Sinanthropus pekinensis* olarak biliniyordu; ama artık *Homo erectus* olduğu anlaşılmış durumda) keşfi, 1920'li yılların sonunda gerçekleştirilmiş uluslararası bir başarı öyküsüdür. Uluslararası bir ekip yaklaşık on yıl boyunca Zhoukou ırmağının yukarı kesimlerindeki Ejderha Kemiği Tepesi'ndeki (Longgushan) mağaralarda yoğun bir kazı çalışması yürüttü. Bugüne kadarki en geniş insangil kazısıydı. İlk insangillerin bilinen en büyük fosil yığını ortaya çıkartıldı. Buradan ilkel taş aletler (17.000 kadar), hayvan kemikleri ve 40 dolayında insangile ait kalıntılar –çoğunlukla kafatası– çıkartıldı. Gerçi yüz kemiklerinde bazı eksiklikler vardı ama kafatasları olağanüstü iyi korunmuştu ve biyolog Ernst Haeckel'in "insanın kökeninin Uzak Doğu'da olduğu" tezini destekliyorlardı.

Ne yazık ki bu fosil hazinesinin büyük bölümü 2. Dünya Savaşı sırasında ABD'ye taşınırken yolda kayboldu –yine de çok iyi yapılmış bazı modeller elde kaldı. Daha sonra yapılan kazılarda bulunan yeni kalıntılar sayesinde buluntu yerinin yaşının 460.000-230.000 arasında olduğu ortaya çıktı.

Bu mağaraya ilişkin modern yorumlar, avcıların avlarını gözlediği, suya yakın ve korunaklı bir yer olduğu şeklindedir. Ama *Homo erectus* insanları her zaman avcı değildi, bazen onlar da av oluyordu.

670.000-410.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin İyoniyen Çağı

Yaygın canlılar: sika geyiği (*Pseudaxis*)

1. aletler
2. *Homo erectus*
3. *Pseudaxis*
4. *Megantereon*
5. *Megaloceros*
6. *Macaca*
7. *Canis*
8. *Celtis*
9. *Pachycrocuta*



ALETLER (1) Kuşaklar boyunca insangillerin yaptığı taş aletlerin arasında pullar, kaba baltalar ve çekiç taşları vardı; ama el baltaları ya da mızrak uçları yoktu.



HOMO ERECTUS (2) Kemik çıkıntılı kaş kemerinin siperlik benzeri yapısı australopithecinlerde ve ilk *Homo*larda görülen tipik bir özellikti. Bu yapının kafatasını sağlamlaştırdığı ya da siperlik işlevi gördüğü düşünülüyor; ama iki açıklama da henüz kanıtlanabilmiş değil.



DİŞLER (2) Zhoukoudian'da bulunan ilk insangil kalıntıları bunlar gibi azı dişleriydi. Onları Avusturyalı paleontolog Otto Zdansky 1921'de bulmuştu. Zdansky en başından beri bu dişlerin alçak ve düzleşmiş taçlarının insansı maymunlardan çok insanlara özgü olduğunu fark etmişti. Bu dişler, soyu tükenmiş Buzul Çağı hayvanlarının yanı sıra, Zhoukoudian'da insangillerin de yaşadığını gösteriyordu.

İLK SANAT ÜRÜNÜ
BLOMBOS MAĞARASI, GÜNEY AFRİKA

İklim: güneyde sıcak ılıman
Biyota: karasal ve denizel

O zamanki enlem: 34° Güney
Şimdiki enlem: 34° Güney
Deniz düzeyi: -75 m
Orijinal ortam: kireçtaşı falezli kıyılar ve mağaralar
Çökeller: mağara tabanı çökelleri
Durumu: mağara, özel mülkiyet alanı içinde
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış kemikler ve insan yapımı eserler



Dünya, yaklaşık 75.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

Blombos'taki mağarada bulunan ve üzerinde basit geometrik çizimler olan 4 cm'lik küçük, renkli tebeşir taşı, bilinen en eski "sanat eseri"dir. Yaşı yaklaşık 75.000 olan bu minik eser, 40.000 yıllık birçok tarih öncesi sanat eserinden çok daha yaşlıdır ve insanın kayıtlı ilk soyut çizim etkinliğidir. Üzerindeki desenlerin neye karşılık geldiği bilinmiyor ama rastlantısal olarak ortaya çıkmadığı kesin. Bu "eser", ortası delik 60 *Nassarius kraussianus* kabuğundan oluşan süs eşyalarının ve yalnızca *Homo sapiens*'in yapabileceği kemik ve taştan bazı aletlerin yanında bulunmuş. Bulunan sivri uçlu 400 taş alet, Blombos'un belki de 30 km ötedeki bir taşocağından getirilen taşların işlendiği bir atölye olabileceğini düşündürüyor.

Burada bin dolayında balık, kürklü ayı balığı ve yunus kemiğinin yanında deniz kabuklularından (*Donax serra*) büyük bir atık yığını da oluşmuş. Büyük ocaklar ve kara hayvanı kalıntılarından, burada aslında büyük miktarda ve çok çeşitli hayvanın –özellikle körsıçan, kırfaresi, antilop ve bazı boynuzlu küçük hayvanlar– bolca tüketildiği anlaşılıyor.

Mağara yalnızca avlanan hayvanların bazı işlemlerden geçirilip yendiği, renkli tebeşirlerin toz haline getirildiği –belki de kişisel süslenme amacına hizmet eden– kısa dönemler için kullanılmış. Güney Afrika'da başka yerlerde (örneğin Pinnacle Point'te) renkli toprak boyası kullanımı 164.000 yıl kadar geriye gidiyor.

75.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: deniz kabukluları ve küçük memeliler

1. renkli tebeşir taşı
2. kemik aletler
3. taştan uçlar
4. *Nassarius kraussianus*
5. *Homo sapiens*
6. *Procavia*
7. *Syncerus*
8. delphinid
9. *Raphicercus*
10. *Lepus*
11. *Antidorcas*
12. *Taurotragus*
13. *Arctocephalus pusillus*



RENKLİ TEBEŞİR TAŞI (1) Pastel boya şeklindeki, 4 cm'lik bu doğal boya taşının yüzleri kırmızı toz elde etmek için düzleştirilmiş ve sonra da üzerlerine baklava desenli çizimler yapılmış - bilinçli olarak yapılmış bilinen en eski tasarım.



KEMİK ALETLER (2) Blombos'taki insan yapımı 75.000 yıllık nesne yığını arasında elle yapılmış ve birçoğunun ucu sivriltilmiş 20 kadar kemik alet de vardı. Kalıntılar, dönemin insanları arasında birtakım kültürel yenilikler ve belirgin davranış değişiklikleri yaşandığını ortaya koyuyor.



NASSARIUS (4) Mağarada bulunan insan yapımı birçok nesnenin arasında bu küçük deniz karındanbacaklısına ait 60 dolayında kabuk da bulundu. Kabukların ortaları delinmişti. Bunların, birbirine bağlanmış ve süslenme amacıyla kullanılan bilinen en eski süs eşyası olduğu düşünülüyor.

NEANDERTALLERİN YAŞAMI

FORBES' TAŞOCAĞI, CEBELİTARIK

İklim: Akdeniz iklimi

Biyota: karasal ve denizel

O zamanki enlem: 36° Kuzey
Şimdiki enlem: 36° Kuzey
Deniz düzeyi: -75 m
Orijinal ortam: kireçtaşı falezli kıyılar ve mağaralar
Çökeller: mağara tabanı çökelleri
Durumu: koruma altındaki mağaralardan bazılarına yalnızca denizden ulaşılabiliyor
Korunanlar: eklemlerinden ayrılmış üç boyutlu kemikler


Dünya, yaklaşık 50.000 yıl önce


Günümüzdeki fosil sahası

Almanya'daki Neander Vadisi'nde 1856'da bulunan kalıntılar, bilinen ilk soyu tükenmiş insan türünün *-Homo neanderthalensis-* bilimsel olarak tanınmasının fitilini ateşlemişti. Bu buluş, 1848'de Cebelitarık'taki Forbes' Taşocağı'nda bulunan dişi kafatasının yeniden değerlendirilmesine de neden oldu; sonuçta onun da aslında soyu tükenmiş bir Neandertal olduğu anlaşıldı.

Neandertaller yaklaşık 400.000 yıl önce ile 28.000 yıl önce arasında yaşadılar ve Galler'den Urallar'a Almanya'dan Cebelitarık'a kadar Avrasya'nın batısında büyük bir alana yayıldılar. Soyları tükenmeden önceki 10.000 yıl boyunca da modern insanlarla bir arada yaşadılar. Güçlü yapılı, et yiyen avcılar olan Neandertallerin *Homo sapiens*'inkine yakın büyüklükte beyinleri vardı; ama olasılıkla beyinlerinin iç yapısı biraz farklıydı.

1926'da Cebelitarık'taki Devil's Tower'da hayvan kemikleri, taş aletler ve odunkömürlerinin yanında bir de Neandertal çocuğunun kafatası bulundu. Kafatası kalıntılarının 400.000 yıl önceden kaldığı anlaşıldı. Büyükçe bir beyin içeren kafatasının yapılan modeli ve diş analizleri, çocuğun 4 yaşında olduğunu ve çenesinin de kırık olduğunu ortaya koydu. Dişlerin yıpranmasından ve kesik izlerinden Neandertallerin, hayvan derilerindeki yağları sıyırırken dişlerinden yararlandığı ve genellikle de sağ ellerini kullandıkları anlaşıldı.

50.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: deniz kabukluları ve küçük memeliler

1. *Homo neanderthalensis*
2. taş aletler
3. *"Oryctolagus"*
4. *Testudo graeca*
5. *Mytilus*
6. *Capra ibex*
7. *"Haliaeetus"*
8. *Rhinoceros*
9. *Elephas*



➲ KAFATASI KARŞILAŞTIRMASI (1) Modern insan çocuğuyla (altta) Neandertal çocuğunun (üstte) kafatası karşılaştırmasında çene kemikleri ve kafatasları arasındaki farklar hemen göze çarpar.



➲ ÇOCUK KAFATASI (1) Cebelitarık'ta bulunan kemiklerin birleştirilmesiyle oluşturulan çocuk kafatasının büyük bir beyin taşıdığı ve yetişkinlerin de beyinlerinin yaklaşık 1400 cm^3 olduğu anlaşılmıştır. Diş analizleri, çocuğun 4 yaşında olduğunu ve çenesinin de kırık olduğunu ortaya çıkarmıştır.



➲ YETİŞKİN KAFATASI (1) 1848'de Cebelitarık'ta bulunan ilk eksiksiz Neandertal kafatasının gerçekte ne olduğu hemen anlaşılamamıştır. Bu dişi kafatasında çıkıntılı ve büyük bir yüz, düşük yanaklar, belirgin kaş kemeri ve büyük bir beyin boşluğu gibi tipik Neandertal özellikleri vardı.



➲ ALET (2) Bir zamanlar taş bıçakların yalnızca insan ürünü olabileceği düşünülürdü; ama artık Neandertallerin de onları kullandığı biliniyor.

65.5

İLK AVUSTRALYALILAR

WILLANDRA GÖLLERİ, NEW SOUTH WALES, AVUSTRALYA

İklim: nemli subtropikalden kuruya

Biyota: tatlı su sucul ve karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 33° Güney
Şimdiki enlem: 33° Güney
Deniz düzeyi: -75 m
Orijinal ortam: göl kenarı
Çökeller: set kumları
Durumu: Willandra Gölleri Dünya Mirası Sahası ile Mungo Ulusal Parkı'nın koruması altındadır
Korunanlar: bütün halinde üç boyutlu iskeletler ve yanmış kemikler



Dünya, yaklaşık 40.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

40.000 yıl kadar önce ölü bir insanın bedeni bir göl kıyısındaki sığ bir çukura özenle yerleştirildi ve üzeri de kırmızı toprak boyasıyla kaplandı. Çok da uzak olmayan başka bir yerde de genç bir kadının ölü bedeni yakıldıktan sonra kafatasının kalıntıları parçalandı ve bir çukura konup üzeri küllerle örtüldü. Bilinen bu en eski ölü yakma olayının –kısa süre öncesine değin– renkli tozla gömülme olayından çok daha önce gerçekleştiği sanılıyordu; ama artık ikisinin de aynı dönemde olduğu biliniyor.

Çevrede bulunan taş aletlerin tarihlendirmesine göre ölülerini böyle törensel bir şekilde gömen modern insanlar, Avustralya'da 6.000-10.000 yıldır bulunuyor. Sahadan toplananlar, o dönemdeki iklim değişimini ve insanların coğrafya ve biyotayla etkileşimini de ortaya koyuyor. Sonuç olarak büyük ve orta büyüklükteki hayvan türlerinden çok azının 40.000 yıl öncesinden günümüze değin gelebildiği anlaşılıyor.

Genetik ve anatomik kanıtlar, bu ilk Avustralyalıların, tıpkı bütün modern insanlar gibi, Afrika kökenli olduklarını ve 100.000 yıl önce oradan çıkıp yayıldıklarını gösteriyor. Avustralya'ya gidenler olasılıkla Güneydoğu Asya kıyıları boyunca ilerlemiş, deniz düzeyi oldukça alçakken de Endonezya takımadalarını aşmıştı. Yine de Avustralya'ya geçebilmek için bir çeşit tekne kullanmış olmaları gerekiyordu.

40.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: deniz kabukluları

❶ balık kemikleri
❷ *Velesunio*
❸ *Homo sapiens*
❹ *Macropus*

❶ BALIK KEMİKLERİ (1)
Atık kalıntılarına göre ilk Avustralyalılar Willandra Gölleri'nden bol bol balık ve *Velesunio* gibi çeşitli kabuklu hayvanları yakalayıp yiyordu. Bu durum kumulların yavaş yavaş ilerleyerek göl sularını azaltmasına kadar sürdü. Yaklaşık 14.000 yıl önce de göller tümüyle kurudu.





❸ İLK AVUSTRALYALILAR (3)
"Mungo İnsanı"nın kafatası kalıntılarından, onun ince ve hafif kemikli, yuvarlak alınlı, zayıf ya da orta düzey bir kaş kemeri olan, görece küçük alt çene kemiği, damağı ve dişleri bulunan modern ve narin bir insan olduğu anlaşılıyor.



❸ ÖLÜ GÖMME (3) 1974'te bütün halinde bulunan ve Mungo III olarak adlandırılan bu iskelet, 43.000-41.000 yıl önce göl kenarındaki sığ bir çukura özenle gömülmüş ve üzeri kırmızı tozla örtülmüştü. Gömüt, üzerindeki kumullar 1974'te kendiliğinden başka bir yere kayınca ortaya çıkmıştı.

65.5

RUSYA'NIN BUZUL ÇAĞI MEGAFAUNASI

MAGADAN, SİBİRYA, RUSYA

İklim: subarktik
Biyota: karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 63° Kuzey
Şimdiki enlem: 63° Kuzey
Deniz düzeyi: -75 m
Orijinal ortam: tundranın sürekli donmuş haldeki toprak tabakası
Çökeller: organik çamur ve alüvyon
Durumu: orijinal buluntu yerinde artık altın madenciliği yapılıyor ama Sibirya'da zaman zaman donmuş "mumya"ların ortaya çıktığı birçok saha var
Korunanlar: yumuşak dokuları korunmuş, donmuş bedenler


Dünya, yaklaşık 40.000 yıl önce


Günümüzdeki fosil sahası

1977'de Sibirya'nın donmuş topraklarındaki plaser çökellerinde çalışan madenciler bir deri bir kemik kalmış yavru bir mamut kalıntısı buldular. Yaklaşık 40.000 yaşındaki bu yavru mamuta Dima adı verildi. Dima, son Buzul Çağı'ndan kalan birkaç donmuş "mumya"nın en iyi korunmuş olanlarından biriydi. Bedeni ne leşçil hayvanlarca yenmiş ne de çürümüş olduğundan neredeyse hiç bozulmamıştı.

Bir metrenin biraz üstündeki boyuyla Dima, diş gelişimine göre 7-8 aylık bir erkek mamuttu. Midesinde çok fazla kil ve taze görünen bitki malzemesiyle birlikte yavrunun yazın öldüğünü gösteren tohum ve polenler vardı.

Yavrunun felaketine, donmuş toprak yüzeyinin yazın erimesiyle ortaya çıkan tehlikeli gölcüklerden birinde yetişen sulu bitkiler yol açmış gibi görünüyordu. Bu tür gölcüklerin kenarları, tıpkı günümüzdeki benzerlerinde olduğu gibi, düşen bir yavru mamutun çıkmasını olanaksızlaştıracak şekilde dik, çamurlu ve kaygandır. Her ne kadar mamutlar iyi yüzücü olsalar da yavru mamut donma derecesine yakın suyun içinde hipotermi geçirip boğulmuş olmalıydı. Soğuk su çürümesini engellemiş ve çetin Sibirya kışı yeniden geldiğinde de Dima'nın kalıntıları donmuştu.

40.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: büyük otçul memeliler

1. *Coelodonta antiquitatis*
2. *Equus caballus*
3. *Canis lupus*
4. *Mammuthus primigenius*
5. *Bison priscus*



"DIMA" (4) Dima takma adlı yavru mamutun kuru-donmuş kalıntıları Rusya'nın uzak kuzeydoğusundaki Magadan'ın da kuzeyinde yer alan ve Kolyma ırmağının da kollarından biri olan Kirgiliakh'ın kıyısındaki taraçalı çökellerde bulunmuştur.



YAVRU KAFATASI (4) Binlerce yıl boyunca çok sayıda mamutun yanı sıra, tüylü gergedan ve at gibi başka birçok Buzul Çağı hayvanının kalıntıları da donmuş toprakla korunmuştur. Bu mamut yavrusu gibi yavrular çevresel tehlikeler karşısında özellikle savunmasızdı.

BACAK KEMİĞİ (4) Asya ve Avrupa'daki yüzeysel çökellerde büyük, fil benzeri bacak kemikleri yüzlerce yıldır bulunur. Onların kökenlerine ilişkin de halk arasında birçok rivayet üretilmiştir. Geleneksel inanışa göre onların Nuh Tufanı sırasında boğulan hayvanların kalıntıları olduğu düşünülürdü. Ne var ki 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde onların artık soyu tükenmiş Buzul Çağı mamutlarının ve mastodonlarının kalıntıları olduğu bilinmektedir.

BUZUL ÇAĞI'NDA AMERİKA

RANCHO LA BREA, LOS ANGELES, ABD

İklim: orta enlem buzul

Biyota: bazı tatlı su hayvanlarıyla birlikte karasal

O zamanki enlem: 34° Kuzey

Şimdiki enlem: 34° Kuzey

Deniz düzeyi: -75 m

Orijinal ortam: katran sızıntılarının olduğu kıyı düzlükleri

Çökeller: katran

Durumu: 1963'ten beri Ulusal Doğal Nokta olarak kabul edilmiştir

Korunanlar: birçoğu bütün halinde üç boyutlu iskeletler



Dünya, yaklaşık 20.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

Buzul Çağı'nın simgesel hayvanları arasında *Smilodon* gibi kılıçdişli kediler de vardı. Los Angeles'taki La Brea katran sızıntı alanından, pusu kurarak avlanan bu büyük avcılara ait 166.000 kemik çıkartılmıştır. Buradaki fosiller, 40.000 yıl öncesi ile 9.000 yıl öncesi arasındaki dönemde –insanların ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden önce– ne kadar çeşitli hayvanın yaşadığını gözler önüne seriyor.

Havaların sıcak gittiği kısa süreli dönemlerde bazı otçul hayvanlar bu alandaki katrandan kurtulamayıp yavaş yavaş batıyordu. Ne var ki çıkan kalıntılardan, katrana yakalanan her otçulun ortalama olarak bir kılıçdişliyi, bir leşçil çakalı, dört "korkunç kurdu" ve çok sayıda yırtıcı kuşu kendine çekerek onların da ölümüne neden olduğu anlaşılıyor.

Buradan toplam 600 türe ait bir milyon dolayında kemik çıkartılmıştır. Bu dönem için Kuzey Amerika'nın bilinen 135 memeli cinsinden 58'inin, aralarında küçük kemirgenlerin, böcekçillerin, yarasaların ve tavşanların da bulunduğu bazı üyeleri bu katran alanından çıkartılmıştır. Eksik cinsler mus, misk öküzü ve karibu gibi soğuk bölgelere uyarlanmış olanlardır.

Çıkanlar arasında 168 eklembacaklı türünün yanı sıra, 138 kuş, 24 sürüngen, 6 ikiyaşayışlı, 3 balık ve 56 yumuşakça türü ve polenlerle, tohumlarla, yaprak ve odunlarla temsil edilen 80 bitki taksonu da vardır. Bu zengin buluntular sayesinde birçok türün nasıl bir ömür geçirdiği ilk kez ayrıntılı olarak anlaşılmıştır.

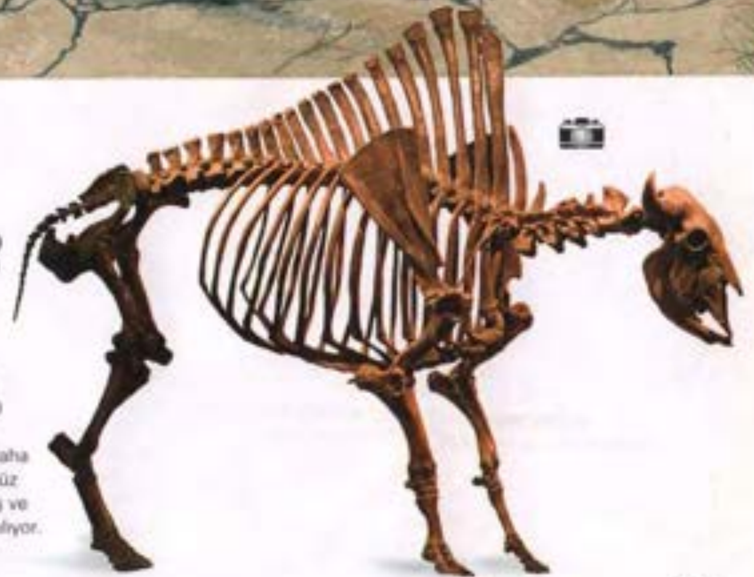
20.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: kemirgenler, kuşlar ve korkunç kurtlar

1. *Teratornis merriami*
2. *Neotoma*
3. *Equus occidentalis*
4. *Smilodon*
5. *Bison antiquus*
6. *Paramylodon*
7. *Camelops*
8. *Panthera leo*
9. *Arctodus*
10. *Canis dirus*



SMILODON (4) La Brea'da en bol (166.000 kemik) bulunan ikinci hayvan, aslan büyüklüğündeki bu kılıçdişli kediydi. Olasılıkla pusu kurarak avlanıyordu -gizlendiği yerden aniden çıkıp saldırıyor, pençeleriyle avını sıkıca kavrayıp boynuna öldürücü ısırığını atıyordu.



BISON ANTIQUUS (5) La Brea'dan iki bizon türü çıkmıştır. 300 bireyinin kalıntıları bulunan *Bison antiquus* çok daha yaygın olan türdü. Erkekleri 2,3 m'lik omuz yüksekliği ve yaklaşık 750 kg'lık ağırlıklarıyla bugün yaşayan akrabalarından daha büyüktü. Bunların günümüz bizonlarından daha az baş ve omuz kürkleri olduğu sanılıyor.



65.5

AKDENİZ'İN BOZULMAMIŞ MAĞARA SANATI

COSQUER MAĞARASI, MARSİLYA, FRANSA

İklim: buzul orta enlem serin ılıman
Biyota: denizel (kıyı) ve karasal

O zamanki enlem: 43° Kuzey
Şimdiki enlem: 43° Kuzey
Deniz düzeyi: -110 ile -130 m arasında
Orijinal ortam: kıyı falezinde mağara ve bozkır çayırlığı
Çökeller: kireçtaşı
Durumu: yasal olarak korunan, ulaşılamaz denizaltı mağarası
Korunanlar: neredeyse kusursuz korunmuş organik ve madeni boyalar


Dünya, yaklaşık 18.500 yıl önce


Günümüzdeki fosil sahası

1895'te Fransız dalgıç Henri Cosquer, Marsilya yakınlarındaki bir kıyıda daldığı sırada denizin bugünkü düzeyinin 40 m altında bir mağara ağzı keşfetti. 160 m'lik bir tünelin sonunda, duvarları bölgenin son Buzul Çağı faunasının çizimlerinden oluşan eşsiz mağara sanatı örnekleriyle kaplı büyükçe bir mağaraya ulaştı.

Son Buzul Çağı'nın doruğunda deniz düzeyi bugünkünden 110-130 m daha alçaktı. Modern avcı insanlar bu mağara ağzında hem korunuyor hem de aşağıda uzanan 15 km'lik kıyı şeridini rahatça gözlüyordu. Zaman zaman mağaranın derinliklerine yapılan ziyaretlerde, çevrelerinde gördüklerini –beslenme ve hammadde için bağımlı oldukları hayvanları– duvarlara resmediyorlardı. Çizimler, soyu tükenmiş dev geyiklerden ve büyük deniz kuşlarından atlara, dağkeçilerine, vahşi sığırlara ve insan eline kadar büyük değişkenlik gösteriyordu.

Hem mağara tabanında hem de çizimlerde bulunan odunkömürlerine dayanılarak yapılan ince hesapların sonucunda mağaradaki etkinliklerin iki ayrı dönemde –el izlerine ve bazı hayvan çizimlerine göre ilki 27.000 yıl önce ve çizimlerin geri kalanına göre öteki de 18.500 yıl önce– gerçekleştirildiği ortaya çıktı. Buzul Çağı'nın sona ermesi ve deniz düzeyinin yükselip mağaranın girişini gizlemesinden bu yana hiç bozulmadan günümüze kadar gelen bu eşsiz çizimlerin hangi amaçlarla yapıldığı hiçbir zaman öğrenilemeyecek.

18.500 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: kuşlar ve boynuzlular

1. mağara dekoru
2. *Capra*
3. *Equus*
4. *Megaloceros*
5. *Bison bonasus*
6. *Sterna paradisaea*
7. *Homo sapiens*
8. *Pinguinus impennis*
9. *Monachus*



EL İZLERİ (1) Kaya resimleri arasında Paleolitik dönemlerden kalan evrensel bir görüntü, duvara çizilmiş bir insan eli –ya da onun siluetidir.



İBEKS (2) Evcil keçilerle akraba olan, yaklaşık 1 m boyundaki dağ keçisi, bir zamanlar Avrupa ve Afrika'nın kayalık bölgelerinde çok yaygındı. Erkeklerinin ayırt edici özelliği olan kıvrımlı uzun boynuzları, artık günümüzde bu hayvanların bulunmadığı birkaç bölgedeki duvar resimlerinde dikkat çekiyor.



BÜYÜK AUK *PINGUINUS* (2) Soyu tükenmiş olan 80 cm'lik bu uçamayan deniz kuşu, mağara duvarlarında resmi bulunan birkaç kuş türünden biridir. En yakın olarak günümüzün ustura gagalı alklarıyla akraba olan bu kuşlar mükemmel yüzücüydüler, ama insanların avlamasına karşı savunmasızdılar. 19. yüzyılın ortalarında da soyları tüketildi.

YENİ BİR İNSAN TÜRÜ MÜ?
FLORES, ENDONEZYA

İklim: nemli tropikal
Biyota: karasal orman hayvanları

O zamanki enlem: 8° Güney
Şimdiki enlem: 8° Güney
Deniz düzeyi: -110 ile -130 m arasında
Orijinal ortam: kireçtaşı mağarası
Çökeller: mağara tabanı çökelleri
Durumu: mağaradaki çalışmalar hâlâ sürmektedir.
Korunanlar: üç boyutlu kemikler


Dünya, yaklaşık 16.000 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

Bugünlerde insanın evrimine ilişkin en hararetli tartışmalardan biri, Endonezya'nın Flores adasındaki Ling-bua mağaralarında bulunan, 18.000 yıl öncesinden –hatta belki de 95.000 yıl öncesinden– 15.000 yıl öncesine kadar yaşadığı düşünülen ve boyları yaklaşık 1 m olan insanlarla ilgili tartışmadır.

Kalıntıları 2003'te bulunan ve *Homo floresiensis* adıyla yeni bir insan türü olarak tanımlanan bu insanlar bir görüşe göre modern insanın özgün bir şekilde cüce kalmış akrabalarıydı. Bir başka görüşe göre de onlar aslında bazı genetik ya da çevresel nedenlerle ortaya çıkan, birtakım yapısal değişiklikleri olan *Homo sapiens*lerdi. Adalarda yalıtılmış olarak kalmanın başka hayvan türlerinde cüceleşmeye yol açması, bilinen bir olguydu –Flores'te kalıntıları bulunan *Stegodon* gibi.

Mağara tabanında değişik düzeylerde yürütülen kazılarda ilkel taş aletlerin ve soyu tükenmiş bazı hayvanların doğranmış ve pişirilmiş kalıntılarının yanı sıra, bir düzine kadar *Homo floresiensis* bireyinin de kalıntıları çıkartıldı. Kafatası yapısına yönelik analizler bunların, *Homo erectus*larla –çenenin olmayışı gibi– bazı benzerlikleri olduğunu gösterdi. Bunun yanında beyin hacmi, omuz ve bilek kemiklerinin yapısı australopithecinlerinkine benziyordu.

Eğer bu yeni bir insan türüyse, *Homo* cinsini tanımlamada kullanılan beyin büyüklüğünün (şimdilik 650 cc) biraz daha aşağı çekilmesi gerekecek. O zaman da böyle küçük beyinli insanların nasıl sosyal ilişkiler geliştirebildiği sorusu ortaya çıkacak.

18.000-15.000 yıl önce
Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: cüce *Stegodon*, dev sıçanlar

1 *Varanus komodoensis*
2 *Hipposideros*
3 *Stegodon*
4 *Homo floresiensis*
5 *Papagomys armandvillei*



STEGODON (3) Mağarada bulunan yavru *Stegodon*'un dişlerinden, *Homo floresiensis*lerin bu pigme filleri etleri ve derileri için avladığı anlaşılmıştır. Öte yandan bulunan taş aletler de lifli bitkiler üzerinde kullanıma yönelikti.



KAFATASI VE ÇENE KEMİĞİ (4) Yürütülen kazılarda burada görülen, birbirine benzer ama farklı büyüklükteki iki çene kemiği mağaranın farklı düzeylerinden çıkartılmıştır. Buradan da bu ufak insanların binlerce yıl boyunca yaşamlarını sürdürebilecek kadar büyük bir nüfusa ulaştıkları anlaşılıyor.



KAFATASI KARŞILAŞTIRMASI (4) Burada, bir metre boyundaki dişi bir *Homo floresiensis*'e ait ve içinde bir şempanzeninki kadar (380-417 cc) beyin taşıyabilen bu küçük kafatasıyla modern insan kafatası arasındaki belirgin fark görülüyor.

65.5

İLK AMERİKALILAR
MONTE VERDE, ŞİLİ

İklim: nemli subtropikal
Biyota: karasal

O zamanki enlem: 41° Güney
Şimdiki enlem: 41° Güney
Deniz düzeyi: -100 m
Orijinal ortam: ırmak kenarı
Çökeller: ırmak kumları, çamurları ve çakılları
Durumu: 2004'te Dünya Mirası Sahası kabul edilmiş ve koruma altına alınmıştır
Korunanlar: çamurun içinde korunmuş birtakım organik malzemeler



Dünya, yaklaşık 14.500 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

14.500 yıl kadar önce Şili'nin güneyindeki bir ırmağın kenarındaki kumluk alanda kurulmuş bir açık hava yerleşiminde bilinen ilk Amerikalıların bir bölümü yaşıyordu. Monte Verde olarak bilinen bu buluntu yeri, And dağları ile Pasifik Okyanusu arasındaki geniş bir kıyı düzlüğündeydi. Burada 20-30 kişilik bir *Homo sapiens* grubu temeli odun kütükleriyle yapılmış, uzun, deriyle kaplı, çadır benzeri yapılar inşa etmişlerdi. Hemen yakınlarındaki ocaklar ve içinde yiyecek kalıntılarıyla aletlerin bulunduğu çukurlar Monte Verde'nin sürekli bir yerleşim yeri olduğunu gösteriyordu. Buradaki önemli soru "ilk Amerikalıların" buraya ne zaman geldiğiydi.

Olası tek kara geçidi Sibirya ile Alaska üzerindendi –Monte Verde'den çok uzak bir geçit. Günümüzde Kuzey Amerika ile Asya arasındaki Bering Boğazı, buzul dönemlerindeki alçak deniz düzeyi nedeniyle o zamanlarda Beringia adında bir "kara köprüsü" oluşturuyordu. Beringia kıtalar arasında bir "karayolu" görevi görüyordu. Ne var ki açık olduğu zamanların çoğunda Kuzey Amerika'nın yüksek enlemlerindeki bölgeler hep karla kaplıydı. Bu durum 12.000 yıl öncesine –yani Monte Verde'den sonrasına– kadar güneye yapılacak göçleri engelledi. O halde, acaba ilk Amerikalılar Amerika'ya son buzullaşmanın başında, 22.000 yıl önceden daha evvel mi vardılar ya da daha ileriki bir zamanda Amerika'ya gelmek için başka bir güzergâh mı izlediler?

14.500 yıl önce

Pleyistosen Devresi'nin Geç Çağı

Yaygın canlılar: bitkiler, develer, mastodonlar

1. yemek pişirilen ocaklar
2. *Homo sapiens*
3. deriden barınaklar
4. *Vultur*
5. aletler/silahlar
6. *Lama*
7. *Mammut americanum*









YEMEK PİŞİRİLEN OCAKLAR (1) Buluntu yerinin batı ucundaki U şeklinde bir yapının tabanı, sıkıştırılmış kum ve çakıltaşından oluşuyordu. Yanlardaki kütükten sütunlar 0,5 m aralıklarla dizilmiş ve deriden bir tenteyi tutacak şekilde yerleştirilmişti. Tabanda 3 m genişliğinde ve 4 m uzunluğunda bir platform çıkıntı yapıyor ve bütün yapıya bir Y şekli veriyordu. Platformun açık ön yüzünde küçük ocak yerleri vardı.

DERİDEN BARINAKLAR (3) Arkeolojik kalıntılar Monte Verde'de iki tip odundan yapı olduğunu ortaya koydu. Birinin dikdörtgen bir tabanı ve kaba kesilmiş tahtalardan yapılma ve birer metre aralıkla çakılmış düşey sütunlarla desteklenen 3-4,5 m'lik bir katı vardı. Hayvan kürkü kalıntılarından, duvarların hayvan postlarıyla kaplandığı anlaşılıyor. Bunlar kütüklerdeki kancalara iplerle tutturulmuştu.

ALETLER (5) Kazılarda tahtadan bir mızrak ucunun yanı sıra, Venezüela'da çıkartılanlara benzer, kemikten iki mızrak ucu ortaya çıkartıldı. Bu insanlar avcı-toplayıcıydı. Mastodonları ve lamaları avlıyor, çeşitli kara bitkileriyle deniz alglerini topluyorlardı.

65.5

FOLSOM'UN BÜYÜK HAYVAN AVCILARI

FOLSOM, NEW MEXICO, ABD

İklim: bin yıllık Genç Dryas soğuması
Biyota: karasal omurgalılar

O zamanki enlem: 36° Kuzey
Şimdiki enlem: 36° Kuzey
Deniz düzeyi: -75 m
Orijinal ortam: bozkır
Çökeller: kemik yönünden zengin kil ve alüvyon
Durumu: ulusal Tarihi Nokta ve New Mexico Devlet Anıtı
Korunanlar: üç boyutlu kemikler ve doğranmış kafatası kalıntıları



Dünya, yaklaşık 10.500 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

Folsom avlanma sahası, Amerikalıların son Buzul Çağı'nın sonlarına doğru, yaklaşık 12.600 yıl önce, kıtada bulunduğunu ve bugün için soyu tükenmiş olan bazı hayvanlarla bir arada yaşadıklarını gösteren ilk inandırıcı kanıtları sağladığı için Amerikalardaki en önemli buluntu yerlerinden biridir.

1920'li yılların sonlarında yapılan kazılarda ince bir işçilikle yapılmış yivli bir ok ucu –artık "Folsom ucu" olarak anılıyor– soyu tükenmiş bir bizonun kaburgaları arasında bulundu. Bu keşifle birlikte Amerikan arkeolojisinde yaşanan en hararetli tartışmalardan biri de sona erdi ve her ne kadar o dönemde kesin tarihi tam olarak bilinemese de Amerikan tarih öncesinin Geç Pleyistosen kadar eski dönemlere uzandığı ve Paleoindianların da Buzul Çağı hayvanlarını avladığı ortaya çıktı.

Bugüne kadar Folsom'dakine benzeyen avlanma sahalarından onlarcası Büyük Ovalar'a yayılmış olarak bulundu ve böylece hem Folsom hem de biraz daha eski Clovis kültürleri ortaya çıkmaya başladı. Ancak Folsom sahasındaki bilimsel çalışmaların çoğu, incelemelerin yeniden başlatıldığı 1970'li yıllara ve 1990'lı yılların sonuna kadar az biliniyordu. Artık buranın, küçük bir avcı grubunun taştan sivri uçlu mızraklar ve taş aletler kullanarak Buzul Çağı'nın *Bison antiquus*larından otuz ikisini tuzağa düşürüp öldürdüğü ve parçaladığı bir alan olduğu anlaşılmıştır.

10.500 yıl önce
Holosen Devresi

Yaygın canlılar: bizon



BISON ANTIQUUS (2) Soyu tükenmiş bu Geç Buzul Çağı bizonu *Bison antiquus* günümüzdeki akrabalarından yüzde 20 daha büyüktü: omuz yüksekliği 2 m, boyu da 3,5 m'ydi. Folsom'da 32 bizon, en değerli ve taşınabilir bölümleri -kaburgalar, omurgalar ve butlar- ayrılmış ve geride yalnızca ayakları ve kafaları bırakılmış şekilde bulundu.



FOLSOM UCU (3) 1926'da soyu tükenmiş bir bizonun kaburgaları arasında çörtten yivli bir mızrak ucunun keşfiyle, sonunda ilk Amerikalıların büyük hayvanları avlayan gezgin avcılar olduğu ve Amerika kıtalarındaki Buzul Çağı megafaunasının sonuncusundan yararlandıkları, olasılıkla onun yok oluşunu da hızlandırdıkları kanıtlanmış oldu.

FOLSOM MIZRAĞI (3) Folsom'daki kazılarda 28 mızrak ucu çıkartıldı. Yivli uçlar oyuk bir ok sapına yerleştiriliyor, ok sapı da tahta bir mızrağın ucuna bağlanıyordu.

1. *Homo sapiens*
2. *Bison antiquus*
3. folsom ucu/mızrağı



65.5

BUZUL ÇAĞI MEGAFAUNALARININ SONUNCUSU

PAPATOWAI, OTAGO, YENİ ZELANDA

İklim: serin ılıman

Biyota: karasal ve denizel

O zamanki enlem: 47° Güney

Şimdiki enlem: 47° Güney

Deniz düzeyi: bugünküyle aynı

Orijinal ortam: kıyı kumulları

Çökeller: kum, kabuk ve kemikler

Durumu: bazıları kısmen ya da tümüyle kazılmış çeşitli buluntu yerleri

Korunanlar: iyi korunmuş kemikler ve kabuklar



Dünya, yaklaşık 700 yıl önce



Günümüzdeki fosil sahası

İnsanlar bin yıl kadar önce Yeni Zelanda kıyılarına ilk ulaştıklarında, yola çıktıkları Pasifik'teki kendi tropikal adalarındakinden tümüyle farklı ve zengin bir doğal yaşamla karşılaştı.

Yeni Zelanda, Avustralya'dan yaklaşık 80 milyon yıl önce kopan Gondwana "gemisi"nin bir parçasıydı. Burada, uçmayla ilgisi olmayan hiçbir kara memelisi ve hiçbir önemli kara avcısı yoktu. En büyük hayvanlar genellikle moa olarak bilinen büyük, uçamayan kuşlardı. Bu kuşlar ormanlardan açık çalılıklara ve çayırlara kadar değişen birçok habitat için uyarlanmış, çok çeşitli taksonlar oluşturacak şekilde evrim geçirmişti. Boyu 2,5 m'yi bulan bazı türler ortaya çıkmıştı.

Gelen avcılar kısa sürede buradaki doğal yaşamı katletti. Beraberlerinde getirdikleri sıçan ve köpekler de küçük yerli hayvan türlerini azalttı.

Bir ırmak ağzı kıyısındaki Papatowai buluntu yerinden çıkartılan kültürel atıklar şeklindeki arkeolojik kanıtlar hem moalara hem de foklara yönelik avlanmanın boyutlarını gözler önüne seriyordu. 20-30 yıl içinde en az 7000 moanın öldürüldüğü, buradaki moalar tükenince de moa avlarının iç bölgelerde kesintisiz olarak sürdürüldüğü anlaşılıyordu. Yılda kişi başına 10 moalık bir tüketim hızıyla megafaunaların sonuncusu kısa sürede yok edilmişti.

700 yıl önce
Holosen Devresi

Yaygın canlılar: uçamayan kuşlar, deniz kabukluları ve deniz memelileri

1. *Petroica*
2. *Apteryx*
3. *Dinornis giganteus*
4. *Euryapteryx*
5. *Arctocephalus forsteri*
6. *Homo sapiens*
7. *Emeus*



MOA BAŞI (3) Yeni Zelanda'daki değişik buluntu yerlerinde mumyalaşmış moa başı kalıntıları bulunmuştur. Otago'daki Cromwell'de de bir *Megalapteryx didinis* başı bulunmuştur.



YENİDEN YAPILMIŞ MOA İSKELETİ (3) *Dinornis giganteus*'un iskeletinin yüksekliği 2,5 m'yi buluyordu. Bu hayvanın hayattayken yaklaşık 230 kg geldiği tahmin ediliyor. Fosillerinin dağılımından, en büyük çeşitliliğe açık orman çalılıklarında ve çayırlarda ulaştığı anlaşılmıştır.



UÇAMAYAN KUŞ (3) İngiliz anatomici Richard Owen ilk moa kemiklerini 1834'te inceledi ve 1840'ta da moanın soyu tükenmiş uçamayan bir kuş olduğunu anlattığı betimlemelerini yayımladı. Owen, aralarında bu *Dinornis giganteus*'un da bulunduğu daha birçok türü tanımlamıştır.

JEOLOJİK BİR AÇIKLAMA

BÜYÜK KANYON, ARIZONA, ABD

İklim: kutup ikliminden ekvatoryale kadar

Biyota: çeşitli

O zamanki enlem: -30° Güney

Şimdiki enlem: 36° Kuzey

Deniz düzeyi: değişken

Orijinal ortam: denizelden karasala kadar hepsi

Çökeller: baskın olarak karbonatlar ve kumtaşları

Durumu: Ulusal Park (1919'dan beri) ve Dünya Mirası Sahası (1979'dan beri)

Korunanlar: çoğu eklemlerinden ayrılmış kabuklar olmak üzere çeşitli fosiller



Dünya, günümüzde



Günümüzdeki fosil sahası

Uzaydan kolayca görülebilen Büyük Kanyon'un muazzam derinliği ve uzunluğu insanı şaşkına çevirir. Boğaz yaklaşık 448 km uzunluğundadır ve son 17 milyon yıl boyunca Colorado platosu yükselirken Colorado ırmağının aşındırıcı gücüyle oyulmuştur. 1829 m derinliği olan boğazın genişliği de 0,5-15 km arasında değişir.

Ama önemli olan Kanyon'un Dünya tarihinin 1,8 milyar yıllık bir kesitini –Geç Paleoproterozoyik Vishnu başkalaşım kayalarından baskın Paleozoyik tortul dizisi boyunca ve Üst Kenozoyik'e kadar– gözler önüne sermesidir. Tıpkı bütün uzun tabaka dizileri gibi bu kayalar da gerçekte tektonik hareketlerin, erozyonun ve birikimin karmaşık tarihini kaydetmiştir. Prekambriyen'den çok az şey korunabilmiştir, Paleozoyik'te birçok kırılma vardır ve Kenozoyik kayıtlarının büyük bölümüyle Mesozoyik'in bütün kayıtları eksiktir.

Ancak yine de Büyük Kanyon, Dünya'nın en görkemli jeolojik alanlarından biridir. İç Savaş gazisi Binbaşı John Wesley Powell'ın 1869'da Kanyon'u ilk kez boydan boya gezdiğinde dediği gibi Kanyon "jeolojinin, sayfaları kayadan kutsal kitabı"na benzer.

Yaygın canlılar: deniz kabuklularından insanlara

1,8 milyar yıl önce - bugün
Paleoproterozoyik Zaman - bugün

1. Tembelhayvan fosillerinin bulunduğu Kuvaterner yüzeyi
2. Kaibab Kireçtaşı (Orta Permiyen)
3. Coconino Kumtaşı (Orta Permiyen)
4. Supai Grubu (Pensilvaniyen-Erken Permiyen)
5. Redwall Kireçtaşı (Mississippiyen)
6. Temple Butte Kireçtaşı (Devoniyen)
7. Tonto Grubu (Kambriyen)
8. Mikrofosil içeren Prekambriyen başkalaşımları ve tabakaları



MİKROFOSİLLER (8) 750 milyon yaşındaki Chuar tabakalarından çıkarılan minik (37-170 mikron boyunda) laboratuvar tüpü şeklindeki mikrofosiller (solda) günümüzün tekhücreli amiplerinin (sağda) kabuklarıyla hemen hemen aynıdır. Geç Proterozoyik tabakalarındaki bolluklarından o dönemde okyanuslardaki yaşamın çok çeşitli ve karmaşık olduğu anlaşılmaktadır.



NOTHROTHERIOPS (1) Genellikle 112.000 yıl öncesi ile 15.000 yıl öncesi arasındaki mağaralardan bilinen Shasta yer tembelhayvanı California'dan Meksika'ya kadar yayılmıştı. Mağaraların çoğunda, aralarında yavruların da olduğu birkaç bireyin fosillerinin bir arada bulunmasından bu hayvanların mağaralarda yaşadığı anlaşılmıştır.

TEMBELHAYVAN PENÇESİ (1) Shasta yer tembelhayvanının 12 cm'lik tırnakları kuşkusuz çok etkili kazma aygıtlarıydı ama aynı zamanda hem sınır anlaşmazlıklarında kendi hemcinslerine karşı hem de avcı hayvanlara karşı kullanılan etkili bir silahtı.









YAŞAM AĞAÇLARI

Evrimin öyküsünü tam olarak anlayabilmek için farklı türlerin birbiriyle ne şekilde ilişkilendiğini kavramak gerekir. Zoologlar ve botanikçiler, Darwin öncesinden beri "yaşam ağaçları"nı bir araya getirmeyi denemişlerdir. Türleri, görünen anatomik özelliklerine göre cinsler, familyalar, takımlar, sınıflar ve şubeler içinde gruplamışlardır.

Ancak son yıllarda, birbiriyle bağlantılı iki devrim yaşanmıştır. Birincisi, türleri sınıflandırırken, benzeştirici evrim gibi bazı etkilerle de edinilebilen anatomik benzerlikleri kullanmak yerine, türlerin "filogenetik" özelliklerini ya da doğrudan evrimsel soy hatlarını temel alan ve daha kesin bir sistem olan kladistiktir. İkincisi de yaşayan türlerin öteki türlerle bağlantılarını kesinleştirebilmek için kullanılan ve türlerin DNA'ları ve başka genetik bilgileri üzerine doğrudan bir çalışma olan moleküler filogenetiktir. Kitabın bu bölümünü oluşturan "kladogramlar", hızla gelişen bu alandaki en son araştırmaları ve mevcut görüşbirliğini temel alıyor; yaşayan ve soyu tükenmiş türler arasındaki karşılıklı ilişkilerin bütünsel bir resmini ortaya koyuyor.

KLADİSTİK – YAŞAM AĞACININ ANAHTARI

Ortak anatomik özelliklere dayanan taksonomik sınıflandırma sistemi, yaşam ağacını oluşturmak için 200 yıldan uzun bir süredir kullanılan standart bir yöntemdir. Ne var ki yaşamın örüntüsü günümüzde artık kladistikle çiziliyor. Kladistik de anatomik özelliklerin evrim ağaçlarına yerleştirilmesinden çıkarsanan ortak soy hatlarına dayanıyor.

On sekizinci yüzyılda yaşamış olan Carolus Linnaeus, sınıflandırma çalışmalarında tutarlı bir yaklaşım benimseyen ilk kişiydi. Yaşamın temel birimi olarak "tür"ü kabul etmişti. Türleri de Latince cins ve tür adlarının birlikte kullanıldığı, ikili adlandırma sistemiyle tanımlıyordu. Linnaeus birbirine benzer özellikleri olan türleri gruplamaya girişti. Böylece bir cinste birden çok tür yer alıyordu. Benzer cinsler aynı takımlara giriyor ve benzer takımlar da aynı sınıflarda yer alıyordu.

O dönemde bu hiyerarşik şemanın evrimsel bir anlamı yoktu -yalnızca doğadaki kutsal düzeni gösterdiği düşünülüyordu.- Ne var ki başarılı bulununca giderek daha çok sayıda yaşayan türü ve de fosili içine alan baskıları yapıldı. On dokuzuncu yüzyıldaysa evrimsel ve "filogenetik" ilişkileri de yansıtacak şekilde düzenlenen bir soyağacını andıran şemaya dönüştürüldü.

Ancak 1970'li ve 1980'li yıllarda fosil kayıtlarının bilimsel kavranışı geliştikçe ve yaşayan türlere yönelik genetik çalışmalar ilerledikçe Linneci yaklaşıma dayanan eski sistemde -özellikle üst düzeylerdeki çeşitli grupların karşılıklı ilişkisinde- birtakım sorunlar çıkmaya başladı. Kladistiğin, filogenetiği ön plana çıkartan bir yöntemle eski düzenin yeni baştan yazılması gibi köktenci bir önerisi vardı. Öncelikle de bir ata tür ve onun altsoylarından oluşan monofiletik grupların (ya da kladların) arasındaki bağları kurmaya çabalıyordu. Bu kitapta kullanılan da kladistikle hazırlanmış şemadır.

Bir kladogramda türler ya da daha büyük canlı grupları evrimsel geçmişlerine ve gelişimlerine dayanan bir hiyerarşi içinde yer alır. Burada tipik olarak hem fosil kayıtlarında korunanlar gibi dışsal özellikler hem de günümüz canlılarının mevcut genetik bilgileri analiz edilir. Gelişmiş analiz yöntemleri kullanılarak türler arasındaki benzerlikler ve farklar saptanır, birbirlerinden ayrı hangi evrimsel dallara saptıkları çözümlenir ve hatta bu ayrılmanın ne kadar önce gerçekleştiği bile tahmin edilir. Türleri, iç içe yerleştirilen kladlar halinde sınıflandıran biyologlar, böylece yaşamın tarihini daha önce görülmemiş bir ayrıntıda bir araya getirmektedir.



Chinlea

Ceratodus

Eusthenopteron

KLAD

Basıl olarak bir klad, evrimsel geçmişlerinin bir noktasında ortak bir soy hatları olan canlıların oluşturduğu bir gruptur. Bir klad, ata türü ve ondan türeyen bütün altsoyları içerir. Bir kladın üyeleri, ata türden altsoylara aktarılan ve bütün altsoyların paylaştığı "türeyen özellikler"le (ya da paylaşılan uyum özellikleriyle) kladın üyesi olmayan türlerden ayrılır. Ancak böylesi özellikler bazen, sonradan gelen "ikincil uyarlanmalar"la maskelenebilir -daha ilkel bir yapıya geri dönmüş gibi algılanır.

UYARLANMALAR

Bu kutuda her kladı özgün kılan uyarlanmalar ya da özellikler (teknik olarak "türeyen özellikler") belirlenir. Osteichthyes kladogramından (268. sayfa) alınan bu örnekte Dipnoi ya da akciğerli balık hem işlevsel akciğerleri hem de solungaçları olduğu için öteki türlerden ayrılmıştır.

ÇOKLU DÜZEYLER

Kladistiğin belirgin bir üstünlüğü de her düzeyde çalışabilmesidir -kladogramlarla hem bireyler arası hem de gruplar arası ilişkiler, gereksiz bir karmaşa yaratmadan açıklanabilir. -Örneğin Osteichthyes kladogramında ilk birkaç tetrapod türünün gelişimleri, temel gruplamaların daha geniş kapsamı içinde vurgulanmıştır.

RHIPIDISTIA

SARCOPTERYGII

OSTEICHTHYES

DÜĞÜM NOKTASI

Bu kesişim noktaları, daha büyük bir gruplama içinde yer alan iki ya da daha çok kladın nasıl ayrıldığını gösterir. Bu düğümün üstünde yer alan kladların ortak bir soy hattı ve geçmişlerinin daha gerilerinde paylaştıkları bazı ortak özellikleri (ya da "türeyen özellikler"i) vardır.



ÖMÜR

Sütunların başında arka arkaya konan çift ok, gruplamanın bir başka kladda devam ettiğini gösterir (bkz. Karşılıklı Referanslar). Tek ok, bugün yaşayan bir gruplamayı gösterirken yatay çubuk kladın artık var olmadığını gösterir.

SOYTÜKENİŞLERİ

Evrimin ortaya çıkardığı grupların hepsi günümüze dek varlığını sürdürememiştir –bugün yaşadığı tahmin edilen 10 milyon canlı türü, gerçekte gezegenin uzun tarihi boyunca yaşamış olanların yalnızca küçük bir yüzdesidir. Yok olmuş ve başka bir kladogramda devam etmeyen gruplamalar, sütunların tepesindeki yatay çubukla gösterilmiştir.

MANTIK HATASIZ HİYERARŞİ

Geleneksel "yaşam ağacı" çizimlerinin tersine kladistikte, insanı ve memelileri en üste koyma gibi, mantık hatalarına düşülmez ve kladların geçirdikleri evrime göre gerçek düzen ortaya konur.

ÖRNEKLER

Her sütunda kabartma çemberlerin içindeki resimlerle belli bir kladdaki türlerin örnekleri verilir. Burada bir lissamphibian örneği olarak *Cryptobranchus* (132. sayfa) verilmiş.

KARŞILIKLI REFERANSLAR

Sütunun başında yer alan çift ok ve karşılıklı referanslarla gösterilen önemli gruplamalar, izleyen kladogramlarda daha ayrıntılı incelenmiştir.

HATASIZ GRUPLAMA

Kladistikte, Linneci "balık" örneğindeki gibi yanlış gruplamalar olmaz. Tetrapodlar lob yüzgeçli balıklardan (ya da sarcopterygianlardan) evrildiğinden kladistik yöntemde ortak bir atayı paylaşan bütün tetrapodları da içermeyen bir balık tanımlanamaz. Buna karşın, ışın yüzgeçli balıklar (ya da actinopterygianlar) gibi bazı özel grupların kendilerine özgü ortak bir soy hattarı olduğundan, kendi başlarına bir klad oluştururlar.

ÖZEL KONU

Bazı sayfalardaki kladogramlar, evrimsel dönüm noktaları, ünlü fosil keşifleri ya da bazı önemli sorular gibi özel konuların anlatımlarıyla desteklenmiştir.

TETRAPODA

YAŞAM MERDİVENİ

Kladlar zamanda geriye doğru –yaşamın doğuşuna kadar– iç içe yerleştirilerek düzenlenmiştir. Sayfalarda daha üstte yer alan bir düğüm, ayırt edici özelliklerin daha yakın bir geçmişte oluştuğunu gösterir. Grupların bu göreli tarihlenmesi, hem fosil çalışmalarıyla hem de "moleküler saat" çalışmalarıyla giderek kesinleşmektedir (bkz. s. 281).

KLADOGRAMLARIN KAPSAMI

Yer darlığı nedeniyle her türe kitapta yer verilememiştir. Ama kladogramlarla, yaşayan ya da artık var olmayan bütün canlı gruplarına yer verilmesi amaçlanmıştır. Renklendirilmiş fonlar, kladogramlar arasındaki bağlantıları sağlar: bitkilerle protostome ve dötostome hayvanlar, memelilerle soyu tükenmiş ataları ve kuşların da dahil olduğu archosaur sürüngenler.

DÜĞÜM ADI

Her düğüm yeni bir kladın başlangıç noktasıdır. Yararlı olacağı düşünülen yerlerde, kladların birleştirici, özgün özelliklerinin tanımlanmasının yanında, onlara ad da verilmiştir.

AYNI AMA FARKLI

Her yeni düğüm, üstünde yer alan grupları birleştirir –daha sonraki evrimsel gelişmelerin değişik kladlar arasındaki orijinal ilişkileri başarıyla gizlemesi bir şey değiştirmez.

YAŞAMIN HİYERARŞİSİ

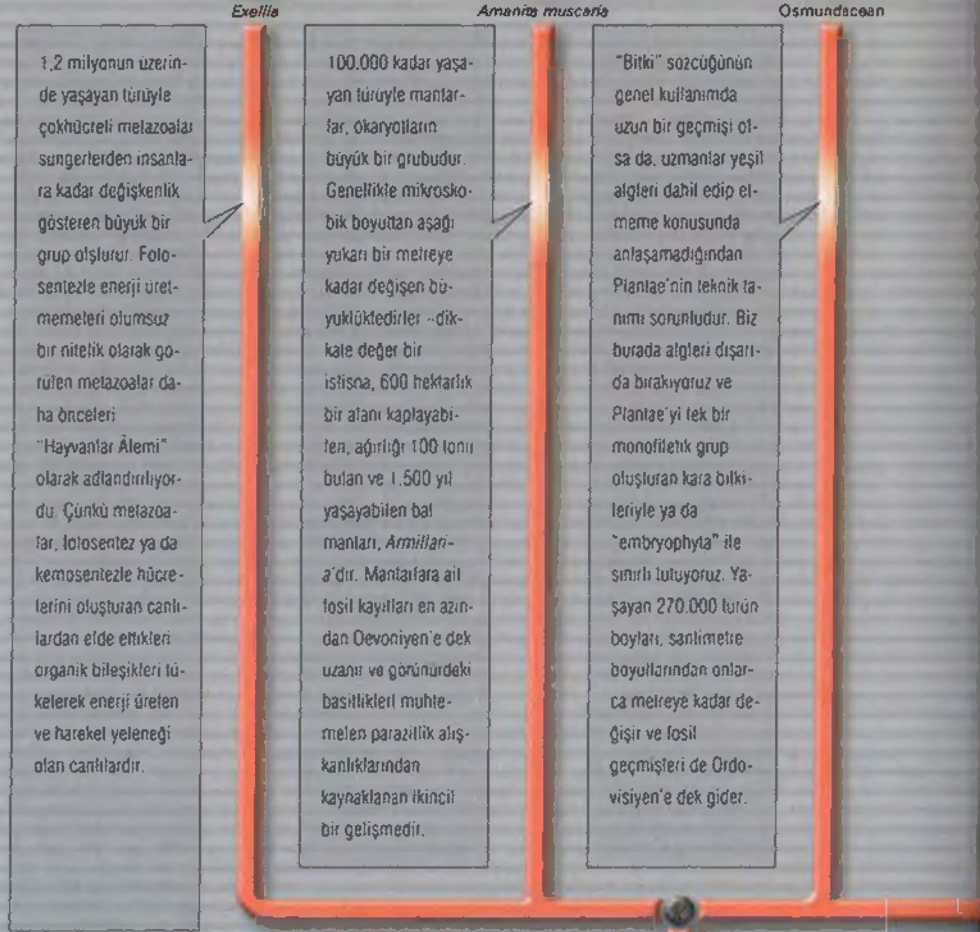
Çevremizdeki canlılarla yakın ilişkimiz, bitki ve hayvanların adlandırılmasını tarih öncesi çağlardan beri zorunlu kılmıştır. Daha yakın zamanlardaysa doğabilimciler, yaşamın sıra dışı zenginliğini ve çeşitliliğini, benzer olanlar arasında hiyerarşik bir sınıflandırma yapmak üzere ortak özellikler arayarak anlamaya çalışmıştır.



Bugün yaşam, "bilimin saptayabildiği" iki milyon kadar türü içeriyor. Büyük olasılıkla bu sayının dört katı ya da çok daha fazlası keşfedilmeyi ve resmi olarak adlandırılmayı bekliyor. Canlı türleri, ağırlığı 2.000 tonu bulan kozalaklı devasa ağaç sekoyadan, gözle görülemeyen ancak bizi hasta etme yetenekleriyle yakından tanıdığımız mikroplara kadar çeşitlilik gösteriyor. Tüm bu canlıların ortak yanı temeldeki hücresel yapılarıdır ve en basitleri yalnızca tek hücreden oluşur. Bilinen fosil kayıtları yaşamla ve onun evrimiyle ilgili kanıtları, bilinen ve bilinmeyen milyonlarca soyu tükenmiş türün arasından geçip yaklaşık 3,5 milyar yıl öncesine, Dünya'nın ilk zamanlarındaki okyanuslara kadar götürür.

Canlı türlerinin benzersiz özellikleri arasında üreme ve genetik malzemesiyle (DNA ve proteinden oluşan, kromozom denen iplikçikler) onun içerdiği bilgiyi kopyalayarak sayıca çoğalma yeteneği de vardır. Doğal seçilimin eninde sonunda rol oynayacağı değişimlere yol açan şey, genetik malzemenin aktarımı, mutasyonu ve birbiriyle karışmasıdır.

Son zamanlara kadar yaşam, temel bir düzeyde iki gruba ayrılıyordu: prokaryotlar ve ökaryotlar. Genetik malzemesi olan kromozomları, hücre içinde dağınık halde bulunan prokaryotların ilkel koşulları temsil ettiği düşünülmüştür. Buna karşılık, genetik malzemesi ayrı bir iç zarla çevrelenerek bir çekirdek oluşturan ökaryot hücre, sonuçta daha gelişmiş ya da evrimleşmiş bir yaşam biçimi olarak yorumlanmıştır. Ancak uzun zamandır, yaşamın Dünya üzerinde başlangıcından günümüze dek en az değişikliği geçirerek ulaşan temsilcisi olduğu düşünülen prokaryot Arke ile ilgili modern araştırmalar, önceleri temel olduğu düşünülen hiyerarşiye kuşku düşürmüştür. Arke'nin görünürdeki basitliği, aslında onun daha karmaşık atalardan "ikincil basitleşme"sinin sonucu olabilir.



ÇOKHÜCRELİ ÖKARYOTLAR ➧

DNA VE BÜYÜK AYRILMA

Ökaryot hücrelerin, görünürde daha basit olan prokaryot hücrelerden daha karmaşık soylar olarak evrimleştiğine ilişkin yaygın görüşün yakınlardaki beklenmedik yenilgisi, bakteri DNA'sının moleküler analizine çok şey borçludur. Bu yöntem, prokaryotlar içindeki bir uçurumu açığa çıkarmış, Arkeler ile Öbakteriler arasında, onları ökaryotlardan ayıran eşdeğer bir genetik farklılık olduğunu göstermiştir.

ÇOKHÜCRELİ ÖKARYOTLAR

Bitkileri, hayvanları ve mantarları kırmızı ve kahverengi suyosunlarıyla birlikte içine alan bu modası geçmiş ancak hâlâ yaygın olarak kullanılan gruplama, moleküler çalışmalar tarafından geride bırakılmıştır.



Macrocystis pyrifera

Birçokları için bitkilere dahil edilmesi gereken bir grup olarak görülse de yeşil algler 7.000 kadar yaşayan türü içerir. Bilindik Ulvophyceae ya da yeşil suyosunundan, tatlı suda yaşayan tekhücreli *Chlamydomonas* ile kolonici *Volvox*'u içeren Chlorophycaceae'ye kadar uzanır. Genetik bilgilerini taşıyan kromozomların hücre bölünmesi sırasındaki bölünme şekilleriyle embriyofitlerden ayırt edilirler.

Amoeba proteus

Kladistik açıdan geçerli bir gerekçesi olmasa da tutarlı olabilmek adına, tekhücreli ve mikroskobik canlılardan oluşan kalabalık bir gruba, genelde "protistler" denir. Bu grup, ateş rengi algler (dinoflagellates), diyatomeler ve foraminiferler gibi en az 27 grubu kapsar. Bu minik canlılar her ne kadar bu çalışmanın kapsamı dışında kalsa da bunlara ait fosil kayıtları sık sık ilkel ortamlar hakkında değerli bilgiler verir.

stromatolite

Yaşayan 300 kadar siyanobakteri türü (bazen yanıltıcı olarak "mavi-yeşil algler" olarak adlandırılır), yan ürün olarak oksijen açığa çıkararak fotosentezle enerji üreten bir bakteri grubunun varlığını hâlâ sürdüren temsilcileridir. Yaklaşık 3,5 milyar yıl önce, Kambriyen öncesi yaşamın evriminde ve Dünya'nın atmosferinin dönüşümünde önemli bir rol oynamışlardır. Siyanobakteriler düşey olarak hareket edebilen iplikşi koloniler oluşturabilir ve ılık, sığ denizlerde stromatolit tepecikler oluştururlar.

Bacillus anthracis

Burada kullanılan "bakteriler" terimi, paleontolojik önemleri ve fotosentetik yaşam biçimleri nedeniyle ayrıca ele alınan siyanobakterilerin dışındaki, yaşayan 10.000'den çok mikroskobik öbakteri türünü kapsar. "Bakteriler" alt grubu genetik karakteristikle temellendirilmeye çalışılır; çünkü bu tekhücreli canlıların kayda değer morfolojik özellikleri yoktur. Siyanobakterilerden farklı olarak geride hiç fosil kaydı bırakmamışlardır.

Methanococcus

Yeryüzünde yaşayan 400 kadar Arke türü, Dünya'nın yaşanması en zor ortamlarında bulunur. Tek tek hücre veya iplik biçimindedirler; hem oksijenli hem de oksijensiz ortamlara uyumludurlar. Yeryüzünün ilk dönemlerindeki çetin koşullarda yaşamın temellerini atan organizmaların atasoyları ve en ilkel canlılar oldukları düşünülür. Ne var ki hiçbir iz fosili bırakmamış olduklarından bu düşünce kısa süre önce sorgulanmaya başlanmıştır.

ÖBAKTERİLER

Prokaryotların bu geniş grubu, tanıdık birçok bakteriyi içine alan 10.000'i aşkın yaşayan mikroskobik türü içerir. Temel bir farklılık gösteren siyanobakterilerden ayrı olarak, çoğu öbakteri sınıflaması geleneksel olarak morfolojiye dayanır, bu nedenle de basil (çubuk şeklinde) ve kokus (küre şeklinde) gibi adlar alır. Neyse ki molekül analizleri, aralarındaki farkların ortaya konmasını çok daha kolaylaştırmıştır.

ÖBAKTERİLER ◆

ÖKARYOTLAR ◆

PROKARYOTLAR ◆

ÖKARYOTLAR

Ökaryotlar, genetik malzemeyi (kromozom adı verilen DNA sarmalları) her hücrede yarı geçirgen bir zarın içinde ayrı bir çekirdekte tutan canlılardır. Hem tekhücreli hem de çokhücreli türleri içerirler.

PROKARYOTLAR

Hücrelerinde genetik malzemeyi çevreleyen bir zar –hücre çekirdeği– olmayan canlılar, prokaryotlar olarak bilinir. Tümü tekhücreli, sıklıkla zorlu ve uç koşuldaki ortamlarda yaşayan bu grup DNA kanıtlarına dayanılarak Öbakteriler ve Arkeler olarak ikiye ayrılır.

EMBRYOPHYTA

Yeryüzünün canlılar tarafından istilası neredeyse tümüyle kara bitkilerinin ya da embriyofitlerin başarısına bağlıdır. Karada yaşayan tüm tetrapodlar, fotosentez yapan embriyofitlerin temelini oluşturduğu besin zincirlerine bağımlıdır ve bitkilerin karalardaki ilk izleri Ordovisiyen Devri'ndeki fosilleşmiş sporlara kadar uzanır.



Marchantia polymorpha · *Anthoceros levis* · *Stigmaria* · *Calamites*

Karaları ve tatlı suları mesken tutmuş tüm bitkilerle içlerinden denize geri dönmüş birkaçını da kapsayan Embryophyta, 270.000 yaşayan tür içerir. Bitkilere, uzun süreler güneş ışığı almayan yüksek enlemlerden yıllık yağış miktarının çok az olduğu kurak bölgelere kadar en çetin çevre koşullarında bile rastlanabilir. Karalara geçtikleri 450 milyon yıl ya da daha uzun bir zaman boyunca, inanılmaz bir çeşitlilik ve başarı sergilemişlerdir.

Kurak karaların fethedilmesi, suyun dışındaki zorlu yaşam koşulları için bir dizi evrimsel uyumu gerektirmiştir (*Bkz.* karşı sayfadaki kutu). Bunlar ancak birbirini izleyen bitki gruplarının uzun süreler içinde aşama aşama evrimleşmesiyle gerçekleşmiştir. İlk başlarda kara bitkilerinin boyları sınırlıydı ve nemli ortamlara bağımlıydılar; çünkü hareketli spermlerinin yüzebilmesi ve başka bitkilerin yumurta hücrelerini dölleyebilmesi gerekiyordu. Boyları uzayıp güçlendikçe, yaklaşık 390 milyon yıl önce, alçak bölgelerdeki ilk ormanları oluşturdular. Ancak bugünkü bitki örtüsünün egemen öğesini oluşturan çiçekli bitkiler Kenozoyik Zaman'a, yani 60 milyon yıl öncesine kadar ortada yoktu.

Yaşayan 9.000 kadar küçük ve ilkel ciğerotu türü, kök ya da damarlı iletim ve destek sistemi bulunmayan kara bitkileridir; bu yüzden yerçekimine karşı yukarıya doğru kayda değer bir gelişim gösteremezler. Gerçek gözeneklerden yoksun olsalar da yapraksı dokularının içinde fotosentez için ortamdan gaz alışverişini sağlayan açıklıklar bulunur. Kayaların üzerinde, toprağın içinde ve bazen de epifitlerin üzerinde, nemli koşullarda büyürler. Silüriyen'den kalma kayalarda ciğerotuna benzeyen sporlar bulunmuştur; ancak bunların Devoniyen'den kalan fosilleri daha iyi korunmuştur.

Boynuzotları 300 kadar yaşayan türden oluşur ve bunların fosil kayıtları Geç Silüriyen'e dek uzanır. Damarlı destek ve kök sisteminden yoksun olduklarından yerden ancak 1 cm kadar yükselebilmişlerdir. Bazı tropikal türleri de epifittir. Bunun tersine yosunların, en az 15.000 yaşayan türü vardır ve fosil kayıtları Erken Devoniyen'e kadar uzanır. 8 cm'ye kadar uzayan boylarıyla, nemli yerlerde karadaki yaşamın öncülüğünü yapmışlar ve ölüp çürüdüklerinde de toprağın gelişimi için çok önemli olan humus katmanlarını oluşturmuşlardır.

Bu küçük, ilkel kara bitkisi grubunun, hiçbiri birkaç santimetreden daha uzun olmayan yaklaşık 1.200 yaşayan türü vardır. Ne var ki Devoniyen'de ortaya çıkan ilk lycopsidler, Karbonifer'de boyları 40 m'ye varan ağaçlara dönüşmüş ve geniş ormanlara ve bataklıklara hâkim olmuşlardır. Tipik olarak sarmal duran bıçak şeklinde yaprakları vardır ve sulak ortamlarda yaşarlar; çünkü üremeleri, yumurtayı dölleyebilmek için yüzmesi gereken hareketli spermlerle olur.

Günümüzde atkuyrukları, hiçbiri 1 m'den fazla uzamayan yalnızca 20 yaşayan türle sınırlıdır. Devoniyen'de ortaya çıkmışlardır ve Karbonifer'de bazı türlerinin boyu 20 m'ye ulaşmıştır. Eklemli dikine gövdeleri, yerin altındaki köksapsı yapılardan gelişirken basit mikrofil yaprakları eklem noktalarından kıvrımlar şeklinde büyür. Tıpkı lycopsidlerde olduğu gibi, üremeleri onları sulak çevrelere bağımlı kılar.

STOMAPHYTA ➧

EMBRYOPHYTA ➧

EMBRYOPHYTA

Günümüzdeki analizler embriyofitler için tek ve eşsiz bir kökeni destekliyor. Ne var ki bazı uzmanlar hâlâ bunların polifiletik olduğunu ve değişik atalara ait gruplardan geldiğini ileri sürüyor.

Dağ çamı (*Pinus mugo*), bundan 300 milyon yıl önce Karbonifer'de ortaya çıkan ilkel Coniferopsida'nın yaşayan bir örneğidir.

FILICOPSIDA
eğreltiler



Phlebopteris

Eğrelliler, çoğu yaklaşık 1 m uzunluğunda olan otsu ya da ağaçsı 9.500 kadar yaşayan türüyle ilkel embriyofitlerin en başarılı vârisleridir. Geçmişte ağaç boyunda olanları daha yaygındı. Devoniyen'de ortaya çıkmışlardır. Sporlarla üreyen ve üremelerinde "gametofit" aşaması olan eğrelliler bu sayede sulak çevrede yaşama zorunluluğundan kurtulabilmişlerdir.

GINKGOALES
ginkolar



Ginkgoites

İlkel ginkolar, yaşayan tek bir türle temsil edilir: baldırıkara otu, *Ginkgo biloba*. Bu yaşayan fosilin ayrı cinsiyelleri, ayırt edici özellikte damarlı ve loplu yaprakları vardır. 40 m'ye kadar uzayabilirler ve yaprak döken kapalıtohumlu ağaçlara yüzeysel bir benzerlik gösterirler. Bu grubun en bol ve çeşitli olduğu dönem, bitkiyle beslenen omurgalıların besini oldukları Mesozoyik Zaman'dı.

CONIFEROPSIDA
iğneyapraklılar



Taxodium

İlkel iğneyapraklılar grubu Geç Karbonifer'de ortaya çıkmıştır; Mesozoyik boyunca hâkim duruma yükselmiştir. Günümüzde, yüksek enlemlere genellikle uyum sağlayabilen ve bazen 80 m'ye kadar uzayabilen, 600 kadar yaşayan türle temsil edilirler. Kozalaklılar, çoğu rüzgârı kullanarak yayılan, içinde tek cinsiyetli tohumu barındıran kozalaklarla ürer.

CYCADOPHYTA



Taeniopteris

Sıcağı seven sikadlar Permiyen'de ortaya çıkmış, Mesozoyik Zaman'da da yüksek enlemlere varana dek yeryüzünde çeşitlenmiş ve yaşayan 300 kadar türle günümüze ulaşmıştır. Palmiye yaprağına benzeyen yapraklarıyla bazıları kısa, bodur gövdelere sahipken bazılarının da kalın, dalsız ve 10 m'ye ulaşan gövdeleri vardır. Cinsiyetler ayrılmıştır ve kozalak içinde gruplaşan tohumlarla ürerler.

GNETALES



ephedroid türleri

Yalnızca 91 tropikal türüyle gözlerden uzak bu açıktohumlular doğal bir grup oluşturmayabilir; ancak kesin olarak, kapalıtohumlu çiçeklerden bağımsız olarak gelişen çiçekler gibi bazı özgün özellikleri paylaşırlar. Fosil kayıtları Permiyen'e kadar uzanır ve onları Bennettitales grubuyla ve kapalıtohumlularla ilişkilendiren bir dizi özellikleri vardır.

ANGIOSPERMAE
çiçekli bitkiler

Btz. sayfa 256



Platanus

Kapalıtohumlular (çiçekli ve meyveli bitkiler), 233.000 yaşayan türü ve küçük otlardan dev ağaçlara ve suda yaşayan türlere kadar uzanan muazzam çeşitlilikleriyle, bugün yeryüzüne hâkim olan bitkilerdir. Fosil kayıtları Kretase'ye kadar uzanır ve özellikle Kenozoyik Zaman'dan beri yeryüzünün manzarasına kaleydoskopu andıran rengârenk çiçeklenmeleriyle katkıda bulunurlar.

◆ SPERMATOPHYTA

STOMAPHYTA

Yaşayan 260.000 türü olan embriyofitlerin bu büyük grubu, fotosentez sırasında gaz alışverişini düzenleyen özelleşmiş gözenekleri olmasıyla ayırt edilir. Bu gözenekler, açılıp kapanarak atmosfer ile bitki dokusu arasındaki gaz geçişine izin veren, yarım dairesel iki muhafız hücreden oluşur.

SPERMATOPHYTA

Spermatophyta 234.000 kadar yaşayan türü içerir ve hayatta kalan gymnospermlerle (tohumlu bitkiler) angiospermleri (çiçekli bitkiler) bir araya getirir; ancak filogenezleri biraz sorunludur. Moleküler veriler yaşayan açıktohumluların monofiletik bir grup oldukları düşüncesini destekler. Ancak soyu tükenmiş tohumlu eğreltilere ait fosiller; sikadların, soyu tükenen bennettitales grubunun ve kapalıtohumluların, açıktohumlulardan türediği izlenimini uyandırmaktadır.

KARALARIN YEŞERMESİ

Bilinen en eski kara bitkileri, 1 mm genişliğinde, santimetre boyunda, karbonlaşmış, basık, ufak yapılardır; Welsh Borders'taki Silüriyen çamurtaşlarında korunmuştur. Mikroskobik incelemeler *Cooksonia* adlı bu damarlı bitkilerin atmosferle gaz alışverişi için gözenek geliştirdiğini gösteriyor. Ayrıca gövdelerinin içindeki tüp şeklindeki trakeid hücreleri, organik protein lignin ile güçlendirilmişti. Bu hücreler sıvıların taşınması ve gövdenin yerçekimine karşı yukarı doğru gelişmesi için gereklidir. Henüz hiçbir kök yapısı bulunmamıştır; ancak çatallı dalların uçları, üreme için kullanılan çomak şeklinde spor kapsülleri taşıyordu. *Cooksonia*, gametlerinin ve sporlarının taşınması için sulak koşullara gereksinim duymuş olmalıdır. Sonuç olarak, ilk damarlı bitkilerin hepsinin de suya çok yakın yaşadığı düşünülmektedir.

ANGIOSPERMAE

Kapalıtohumlu bitkiler (Angiospermae) olmasa, yaşam yolculuğunu sürdüremezdi. Çiçekli bitkilerden oluşan bu geniş ve çeşitli grup, insanın ve birçok hayvanın yaşamını borçlu olduğu pirinç ve buğday gibi başlıca tahılları, meyve veren bitkileri ve sebzeleri de içerir.



65 milyon yıl kadar önce Kenozoyik Zaman'ın başlangıcından beri, karalardaki habitatların hemen hemen tamamı, bugün bilinen 234.000 türü olan çiçekli bitkilerle kaplı durumdaydı. Çiçekli bitkiler, kutup enlemlerinden dönencelere, yüksek dağlardan denizlerin ve göllerin güneşli sularına kadar kara habitatlarının çoğunda egemen duruma gelmişti. Ortaya çıktıkları Kretase'den beri geçen 135 milyon yıl içinde asmalar, otlar, çalılar ve ağaçlar gibi yaşam biçimleriyle çevrelerine uyum sağladılar. Kapalıtohumluların ortak özellikleri merkezde yer alan dişi organla, ovumları (potansiyel tohumları) çevreleyen yumurtalıklar ve polen üreten stamen denilen erkek organlardan oluşan halkalarıdır. Yumurtalıklardan uzayan merkezdeki sapın ucunda stigma adlı polen toplayan yüzey yer alır; böylece üzerinde hem erkek hem dişi organı taşıdığı için esasen çift cinsiyetli olan çiçek ortaya çıkar.

Geleneksel olarak tohumdan ilk çıkan çenek yaprakların sayısı kapalıtohumluları tek çenekliler ve çift çenekliler olarak ikiye ayırmada kullanılır. Ancak yalnızca ilk grup gerçekten monofiletiktir ve tek bir atadan türemiştir. Bu keşfe rağmen her iki terim de hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır.

Genellikle nilüfergiller olarak adlandırılan Nymphaeaceae, Nymphaealler içindeki temel familyadır ve hem ılıman hem de tropikal tatlı sularda yaygın olan 70 ya da daha çok yaşayan tür içerir. Bu bitkilerin yaprakları ve çiçekleri tipik olarak su yüzeyinde yüzerken kökleri su tabanının içine doğru aşağıya uzar; bu da nilüfergillerin uzunluklarını görece sığ sularla sınırlamış olur. Günümüzdeki analizler Nymphaeaceae'nin öteki çiçekli bitkilere kardeş olan ve kendilerinin ilk kapalıtohumlu atalarından evrimleşen başka bir grup oluşturduğunu ortaya koyuyor.

Tek çenekli kapalıtohumluların 3.700 kadar türünü içeren bu geniş grup yılanyastığıgiller olarak da adlandırılır. Geniş alanlara dağılmışlardır; ancak özellikle Amerika'nın tropikal bölgelerinde oldukça yaygın ve çeşitlidirler. Karakteristik olarak Araceae çiçekleri, kısmen kukuleta benzeri bir kılıf içinde korunan ve çomak (spadix) olarak bilinen bir yapının üzerinde açar. Kısa süre önce yapılan bir araştırma, Lemnaceae ya da sumercimeğinin de bu gruba dahil olduğunu göstermiştir.

Yaşam alanı çoğunlukla tropikal bölgelerle ve ılıman iklimlerle sınırlı 2.600 kadar yaşayan türü olan bu geniş grup, bazıları 50 m boya ulaşabilen palmiyeleri içerir. Palmiyelerin ayırt edici özelliği, dalsız bir gövdenin üstünde helezon şeklinde kümelenmiş geniş ve hiç dökülmeyen yapraklarıdır. Ancak bu dizilişin birçok değişik şekli vardır ve palmiyeler çöllerden yağmur ormanlarına kadar değişkenlik gösteren habitatlarda karşımıza çıkar.

Günümüzde sukamışları, çokyıllık tek çenekli çiçekli bitkilerin 12 kadar türüyle, genellikle kuzey yarımküredeki bataklık alanlardaki habitatlarda bulunan küçük bir gruptur. Tipik olarak büyük çalılar şeklinde 7 m'ye kadar boylanan sukamışlarının tabanlarında sıralı olarak dizilmiş yapraklar, boğumsuz gövdelerinin sonunda da tek cinsiyetli çiçekleri içeren kahverengimsi başaklar yer alır. Erkek organlar en tepedeki bir çift stamene kadar indirgenmiştir; tozlaşma ve tohumun dağılılması da rüzgâra bağlıdır.

LILIOPSIDA ➧

ANGIOSPERMAE ➧

KAPALITOHUMLULAR (ANGIOSPERMAE)

Günümüzün en yaygın kara bitkileri olan kapalıtohumlular, aynı zamanda Mesozoyik'in sonlarında ortaya çıkan ve en son evrimleşen büyük bir gruptur. Yaşayan açıktohumlularla birlikte hayatta kalan tek tohumlu bitkilerdir.

•Nilüferler (Nymphaealler), çiçekli bitkilerin en ilkel grubu olduğu düşünülen Nymphaeaceae'nin günümüzdeki temsilcileridir.

GRAMINEAE otlar



ot

Günümüzde 9.000'i aşkın türüyle otlar, en büyük dördüncü yaşayan bitki familyasıdır. Gramineae (Poaceae olarak da bilinir) son derece çeşitlidir; pampa çayırlarından yabani pirince ve ağaca benzeyen ancak odunsu olmayan ve 75 m'ye kadar uzayabilen bambulara kadar değişkenlik gösterir. Kutup tundralarından dönencelere kadar geniş bir alana yayılmışlardır ve Kenozoyik yaşamın evriminde çok büyük önemleri vardır.

LAURACEAE defneğiller



defne

Lauraceae, 2.000'den çok türden oluşan çok çeşitli bir magnoliid grubudur. Çoğunlukla tropikal bölgelere yayılmış olan ve buralarda ormanlar meydana getiren yaprak dökmeyen kokulu ağaçlar ve çalılardır. Fosil kayıtları, giltikçe bollaşan kapalıtohumluların arasında ortaya çıktıkları Gondvana süper kıtasının kuzeyinde, Geç Kretase'ye dek uzanır.

MAGNOLIACEAE manolyalar



Magnolia

Büyük ölçüde tropikal ve ılıman bölgeler olmak üzere geniş alanlara yayılmış 225 yaşayan türü olan bu çok eski grup, kapalıtohumluların en ilkellerinden bazılarını da içerir. Taç ve çanakyaprakları tam olarak ayırt edilemeyen çiçekleri, ilkel bir özellik olduğu düşünülen konik bir çiçek tablasının üzerinde, sarmal olarak dizilidir. Fosil kayıtları Erken Kretase'ye dek uzanır.

ROSACEAE güller



Rosa

3.000'den çok yaşayan türden oluşan bu çok büyük, çeşitli ve oldukça eski grubun, birçoğu ağaç büyüklüğünde, meyve veren ve elmadan çileğe kadar değişen türle dünya çapında bir dağılımı ve önemi vardır. Fosil kayıtları Geç Kretase'ye dek uzanır. Beş taçyaprağı, değişimli çanakyaprakları ve taçyaprakların karşısında beş stamenden oluşan, böceklerle tozlaşma için oldukça genel bir morfolojisi olan çiçek fosilleri bulunmuştur.

MORACEAE dutlar



Ficus

Bu çok eski grubun yaşayan temsilcileri 1.000'i aşkın yaşayan tür içerir ve çoğu dönencelerde bulunur. Moraceae'de, fark edilmesi güç çiçekler, bileşik meyveler ve bazı türlerinde kauçuk salgılayan sütlü bir özsu bulunur. Fosil kayıtları Kretase'ye dek uzanır ve İngiltere'nin güneyindeki Eosen tabakalarında incirimsi meyvelere rastlanmıştır.

ANACARDIACEAE



Rhus

Bu grup, çoğunlukla tropikal, çift çenekli ve sert çekirdekli meyveler taşıyan 82 cinsten oluşur. Anacardiaceae, kaju, sumak (*Rhus*), antepfıstığı, mango gibi türleri içerir. Zehirli sarmaşık (*Toxicodendron*) gibi bazı türleriyse zehirli ve tahriş edici bir madde üretir. Yaprak ve meyvelerinin fosilleri Kenozoyik'in başlarına ait tabakalarda görülür ve bu durum o dönemde Avrupa'nın kuzeyinde tropikal yağmur ormanlarının olduğuna işaret eder.

◆ **MAGNOLIOPSIDA**

LILIOPSIDA

Kapalıtohumluların bu alt grubu tek çeneklilerin çoğunu içerir. Bunlarda, embriyonun "ilk başta oluşan" tek çanakyaprağı vardır ve çiçeğin kısımları da üçerli parçalar halinde düzenlenmiştir.

MAGNOLIOPSIDA

Kapalıtohumluların bu alt grubu, geleneksel çift çenekliler grubuna karşılık gelir. Gelişen bitki embriyonlarının "ilk başta oluşan" iki çanakyaprağı olur ve çiçeğin kısımları da ikili ve beşli olarak düzenlenmiştir.

ÇİÇEK FOSİLLERİ

İlk kapalıtohumlu fosillerinin ayırt edilmesi oldukça güç olmuştur; ancak kapalıtohumlularınkine benzeyen polenler, Erken Kretase tabakalarında 135 milyon yaşında korunmuş olarak bulunmuştur. İsveç'teki Geç Kretase kömürlerinin içinde bulunan üçboyutlu ve milimetre boyutlarındaki çiçekler, taçyaprağını çevreleyen pulsu çanakyaprakları gibi bazı belirleyici kapalıtohumlu özellikleri gösterir.

METAZOA



Trichoplax adhaerens *Vauxia* *Euplectella aspergillum* *Clathrina*

Süngerlerden insanlara kadar tüm ökaryot hayvanlar, metazoadır. Onlara biçimlerini veren ve çeşitli işlevleri yerine getirmelerini sağlayan işbirliği içindeki çok sayıda hücrenin meydana getirdiği bedenleri, belirli bir boyuta kadar büyüyebilir. Çoğu metazoanın bağımsız hareket etme yeteneği vardır. Bu da başka canlılardan yararlanarak sürdürülen bir yaşam için gereklidir.

Bilim insanları, yaşam biçimlerinin organizasyonunda evrim tarihi boyunca gerçekleşen basamak atlama şeklindeki büyük değişikliklerin uzun süredir farkındadır. Bunların en çarpıcılarından biri de tekhücreli canlılar (protistler) ile çokhücreli canlılar (metazoalar) arasındakidir. Metazoalar içinde gerçekleşen öteki birkaç büyük değişiklik, genellikle karmaşıklıktaki artış olarak değerlendirilmiştir; ancak bu görüş artık kabul görmemektedir. Örneğin süngerlerin –ya da "Porifera"nın– doğal bir grup oluşturduğu düşünülüyordu; ancak şimdi farklı atalardan evrimleşen parafiletik gruplar olarak kabul ediliyorlar. Ayrıca basit hücre yapılarıyla süngerler, basamak atlayarak hücreleri farklı ve özelleşmiş dokular ve organlar oluşturan ömetazoalara evrimleşmiştir.

Yanıt bekleyen başka ilginç sorular da vardır. Örneğin sıvıyla dolu bir oyuk olan sölomun, tek bir uyum özelliği olarak geliştiği düşünülmüştü. Ancak hem protostomelerdeki hem de deuterostomelerdeki görünüşü, akla bir seferde mi yoksa art arda iki seferde mi ortaya çıktığı sorusunu getiriyor. Benzer konular, her iki grubun alt gruplara bölünmesinde de gündeme geliyor.

Milimetre boyutlarındaki bu deniz metazoası grubunun yaşayan yalnızca bir türü biliniyor ve bu da 120 yıl kadar önce Avusturya'daki bir tuzlu su akvaryumunda şans eseri keşfedildi. Placozoalara ait bilinen hiç fosil kaydı yok, ancak tüm metazoaların en ilkeli oldukları düşünülüyor. Bedenleri düzleşmiş ve hemen hemen disk şeklinde dizilmiş birkaç yüz hücreden oluşuyor. Üst ve alt hücre katmanlarında bulunan tüysü kirpikler düz yüzeyler üzerinde hareket etmelerini sağlıyor ve beden şeklini değiştirmelerine yarıyor.

8.000'den çok yaşayan türü ve Kambriyen'e dek uzanan fosil kayıtlarıyla Demospongiae, çok değişken şekiller ve yaşam biçimleri sergilemektedir. Genellikle 30-40 cm uzunluğunda ve bitki biçimindeki bedenleri, silis iğnelerden oluşan ve spongin proteiniyle bir arada tutulan iskeletsi bir ağ ile desteklenmiştir. Kutuplardan tropikal kuşağa kadar tatlı ve tuzlu sularda ve her derinlikte bulunurlar. Tüm süngerlerde olduğu gibi bunlarda da su gözeneklerden içeri çekilir ve kamçı benzeri flagella hareketiyle içindeki besinler süzülür.

Bu grubun soy hattı belirsizdir.

Bu "cam süngerleri"nin 1.000 kadar yaşayan türü vardır ve fosil kayıtları Kambriyen'e dek uzanır. Tümüyle denizlerde görülürler ve genellikle, uzunluğu 50 cm'ye varan, altı ışınlı bir yapıya sahip silis iğnelerin birleştirdiği son derece karmaşık iskeletsi ağlar oluşturabildikleri derin sularda yaşarlar. Bu iskeletlerin, iğneleri oluşturan hücreler arasındaki işbirliğiyle inşa edilmiş olması dikkat çekicidir. Ancak yalnızca, son derece basit hücre katmanları oluştururlar ve özelleşmiş dokuları ya da organları yoktur.

Kireçli deniz süngerleri 1.000 kadar yaşayan tür içeren bir grup oluşturur ve fosil kayıtları Kambriyen'in başlarına dek gider. Adlarından da anlaşılacağı gibi kalsiyum karbonat iğnelerinden oluşan bir iskeletleri vardır. Genellikle kıta sahanlıklarının üstündeki görece sığ sularda yaşarlar ve larvalarının tutunabileceği sert bir alt katmana gereksinim duyarlar. İskeletlerinin ilk parçası iğnelerini oluşturmadan önce genellikle daha iri bir boyuta ulaşır.

METAZOA ➧

Günümüzde tropikal resifler genellikle süngerlerden ve mercanlardan protostome omurgasızlara, deuterostome derisi dikenlilere ve balıklara kadar birçok metazoaya ev sahipliği yapar.

METAZOA

Metazoalar çokhücreli ve bağımsız hareket edebilen, kimileri yaşamlarının sonraki bir evresinde bir biçim değişikliği (başkalaşım) yaşasa da beden yapıları büyüdükçe ortaya çıkan ökaryotlar olarak tanımlanır.

CNIDARIA



Halysites

9.000 yaşayan türü olan bu geniş grup çoğunlukla denizlerde bulunur ve denizanalarını, mercanları ve deniz anemonlarını içerir. Evrimsel kökenleri Geç Prekambriyen'in gizemli "Ediacara"sına dayanıyor olabilir. Ancak cnidarianlar, yumuşak bedenleri nedeniyle çok az iz fosili bırakmıştır. Bir istisna, yaşayan mercanların karbonat iskeletlerinden ve ölü olanların kalıntılarından oluşan resifleriyle mercan ailesi hayvanlarıdır. Bu resifler tropikal sularda önemli biyoçeşitlilik noktaları oluşturur. Büyük olasılıkla Paleozoyik Zaman'dan beri benzer bir rol oynamışlardır.

CTENOPHORA



Ctenorhabdotus

Serbest yüzen, denizanası benzeri bu deniz etoburlarının, bedenleri santimetre boyutlarındaki kürelerden, bir metre uzunluğundaki şeritlere kadar değişen, yaşayan 100 kadar türü vardır. Sınıflandırılmaları güçtür, çünkü genellikle son derece basit görünseler de kas hücrelerinin varlığı, onları üç hücre katmanlı (triplobilastik) hayvanlara yakın, daha gelişmiş bir konuma yerleştirir. Yumuşak bedenleri fosil kayıtlarının çok ender bulunduğu anlamına gelir ve olası ilk fosil oluşumu, Devoniyen'e denk düşer.

MYXOZOA



Henneguya

Myxozoaların 1.200 yaşayan türünün tümü mikroskobik boyutlarda ve aldatıcı biçimde basittir, ancak bu basitlik, çoğu zaman iki konakçı içeren ikincil bir parazit yaşam biçiminin sonucu olarak evrimleşmiştir. Sporları, karasal halkalı solucan ve tatlı su balığı gibi omurgalıları da içeren hayvanlarca yutulur. Ne var ki moleküler analizler onların gerçekte metazoa olduğunu ortaya çıkarmıştır ve bazı anatomik özellikleri onları cnidarianlarla ilişkilendirir. Hiç fosil kayıtları yoktur.

Bu grubun soy hattı belirsizdir.

PROTOSTOMIA

Bkz. sayfa 260



Nassarius

Protostomia, mikroskobik rotatordan iki kabuklu istiridyeye ve kırkanalılara kadar uzanan ikili simetrili omurgasızların yer aldığı büyük bir gruptur. Geleneksel olarak belirli bir karakterin yokluğuyla tanımlanan az sayıdaki büyük gruplardan biridir. Başka bir deyişle protostomia, deuterostomia olmayan ikili simetrili hayvanlardır ve bu şekilde derisidikenlilerden ve omurgalılardan ayrılırlar.

MESOZOA



Rhopalura

Bu, yaşayan 50 tür mikroskobik deniz parazitinden oluşan ve kafadanbacaklı yumuşakçalarla beslenen başka bir küçük gruptur. Bilinen fosil kayıtları yoktur, ancak tıpkı myxozoanlarda olduğu gibi, bedenleri parazit yaşam biçimlerinin bir sonucu olarak basitleşmiştir. Grubun sınıflandırması hâlâ sorunludur; ancak DNA analizleri, onlara ikili simetrililer içinde bir yer işaret etmektedir.

Bu grubun soy hattı belirsizdir.

DEUTEROSTOMIA

Bkz. sayfa 286



Gissocrinus

İkili simetrili bu önemli grubun yaşayan 58.000 kadar türü vardır ve fosil kayıtları Kambriyen başlarına dek uzanır. Derisidikenlileri ve tüm omurgalıların ilgili gruplarını kapsar. Embriyolojileriyle tanımlanırlar; dıştaki (ektodermal) hücre katmanı yüzey yapılarına yol açar, ortadaki (mezodermal) hücre katmanı böbrek ve iskelet gibi organlara dönüşmek üzere gelişir ve içteki (endodermal) katman ise sindirim sistemini meydana getirir.

BILATERIA

EUMETAZOA

EUMETAZOA

Eumetazoalar, embriyolojik gelişimin erken aşamalarındaki hücre katmanlarından oluşan sinir, kas ve duyu hücreleri gibi özelleşmiş dokuların varlığıyla ayırt edilirler. Ağız, başkalaşmış bir bağırsağın girişini oluşturur.

BILATERIA

Hayvanların bu geniş grubu protostomia ile deutostomiayı birleştirir. Bedenlerinin, yukarıdan aşağıya ve arkadan öne olmak üzere ikili simetrili iki temel ekseni vardır; ancak bu yetişkin bedeninde genellikle maskelenmiştir. Ağzın konumu ve duyu organlarının önde yoğunlaşması, ayrı bir başın gitlikçe artan gelişimine (sefalizasyon) yol açar.

TRİPLOBLASTİK HAYVANLAR

İkili simetriliıer bazen triplobilastik hayvanlar olarak adlandırılır. Çünkü embriyon gelişiminde oluşan hücreler yumağı blastula, hızlı bir şekilde endodermal, mezodermal ve ektodermal hücrelerden meydana gelen üç katmana farklılaşır.

PROTOSTOMIA

Protostomelerin fosil kayıtlarının büyük çoğunluğu korunmuş kabuklardan oluşur. Ancak bu kabul, protostome türlerinin sayılarını ve büyük çeşitliliklerini hafife almak olur. Bunun temel nedeni, böcekler gibi eklembacaklıların grup içinde büyük bir yer tutmasına karşın normalde fosilleşmemesidir.

Protostomeler, yaşayan hayvanların çoğunluğunu oluşturur –yaklaşık 1.140.000 bilinen türü, mikroskobik tekerlekli hayvanlardan dev mürekkepbalığına kadar çeşitlilik gösterir. İkili simetrisi olan öteki hayvanlardan, embriyonlarının gelişim şekliyle ayrılırlar. Blastopor denen ve ortaya ilk çıkan açıklık, en sonunda ağız halini alır (protostome, "önce ağız" anlamına gelir).

Birçok protostomenin iskeleti yoktur; iskeleti olanların da bir dış iskeleti vardır. Öte yandan sinir sistemi bağırsakların altında uzanır (baş bölgesiyle ilişkili olan sinir düğümü hariç). Geleneksel olarak bu grup içindeki hayvanlar, omurgaları olmadığı için omurgasızlar olarak adlandırılır; ancak bu terim bazı deuterostomiaları da kapsar.

Protostomeler, ıssız kutuplardan kurak çöllere ve okyanus diplerine kadar tüm çevre koşullarına uyum sağlamıştır. Fosil kayıtları en azından Kambriyen başlarına dek uzanır; ancak başka bir yorumlamayla Prekambriyen'e dek genişletilebilir. Öte yandan "moleküler saat" tahminlerine göre grup 800 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır.

ROTIFERA



Philodina

1.800 kadar yaşayan tür ve çok az fosil kaydıyla mikroskobik protostomelerin bir grubu olan tekerlekli hayvanlar, genellikle küresel ya da boru şeklinde olur ve boyları 2 mm'den kısadır. Tatlı su ekosistemlerinin önemli bileşenlerindendirler. Kurumaya karşı dirençli olmaları, nemli karasal habitatlarda, özellikle toprakta hayatta kalmalarını sağlar. Bunların arkalarında yüzmek için bir kamçı bulunurken önterinde bir yüzeye tutunmayı sağlayan ayak benzeri bir yapı vardır. Solunum ya da dolaşım sistemleri yoktur.

PLATYHELMINTHLER
yassı solucanlar



Pseudoceros dimidiatus

Genellikle suda yaşayan ve çoğu parazit olan bu yassı solucanların 14.000 kadar yaşayan türü vardır; ancak fosil kayıtları çok azdır. Karakteristik özellikleri, hem ağız hem de anüs olarak işlev gören bir açıklıkla sonlanan karmaşık bir bağırsaktır. Bedenleri düzdür; ancak ayırt edilebilir bir başları vardır –parazit olan bazılarının dışında–. Solunum ve dolaşım sistemleri olmasa da bazı türler –özellikle parazit olanlar– metrelerce uzunluğa ulaşabilir.

MOLLUSCA
yumuşakçalar

Bkz. sayfa 252



Orthoceras

Yaşayan yaklaşık 120.000 yumuşakça türü, sularda ve karalarda yaşayan çok çeşitli ve önemli bir protostome grubudur. Bunların birçoğu (nadiren birkaç metre uzunluğunda) koruyucu bir kalsiyum karbonat kabuk salgılar ve bu kabuk fosilleşme sayesinde korunabilir. Yumuşakça kabukları, Kambriyen'in başlarına uzanan fosil kayıtlarının önemli bir bölümünü oluşturur.

ANNELIDA
halkalı solucanlar



Canadia

Halkalı solucanların yumuşak, ince uzun, silindir şeklinde ve segmentli bedenleri vardır. Bazılarının boyu birkaç metre olabilir. İskeletleri olmasa da bazıları fosilleşebilen bir çene kemiğiyle donanmıştır. Birçoğu oyuklarda yaşar ve bu da bir iz fosili oluşturur. Kambriyen'in başlarından beri su ve kara habitatlarında yer alan halkalı solucanların, günümüzde –içinde toprak solucanlarının da olduğu– 14.000 türü vardır.

◆ EUTROCHOZOA

◆ LOPHOTROCHOZOA

PROTOSTOMIA ◆

EUTROCHOZOA

Eutrochozoaların ağızlarının çevresinde, hareket etmek için kullanılan küçük tüylerden bir şerit bulunur. Hem halkalı solucanlar gibi segmentli yapısı olanları hem de yumuşakçalar gibi boğumsuz hayvanları içerirler.

LOPHOTROCHOZOA

Ağızlarının çevresinde bir dokungaç halkası bulunan ve belirli gelişimsel genler taşıyan lophotrochozoalar, protostomelerin büyük bir grubudur. Trochophore olarak bilinen bir larva tipi de vardır.

Çeşit açısından zengin yassı solucanlar (Platyhelminthler), resifler gibi sualtı ortamlarının şaşırtıcı ama güzel sakinlerini oluşturur.





Bkz. sayfa 264

lingulid

Günümüzde yalnızca 350 kadar dallıbacaklı türü vardır. Kayıtları Kambriyen'in ilk başlarına dek uzanır. Okyanusların derinliklerinden kıyı sularına kadar çok değişik deniz habitatlarına yayılmışlardır. Hem fosil katmanlarının tarihlenmesinde güçlü bir araçtırlar hem de çevre koşullarına ilişkin bilgi verirler. Süzerek beslendikleri için bedenlerindeki etli bir pedisetle bir yüzeye yapışık olarak yaşarlar. İstiridye benzeri kabukları yumuşak dokularını korur.

Eukrohnia

Genellikle santimetre boyutlarındaki 100 kadar deniz türüyle ok solucanları görece küçük bir grup oluşturur. Üç parçalı, ok biçimli, hidrodinamik yapılı bedenleriyle serbest yüzen avcı protostomelerdir. Kafaları, avlarını yakalayabilmek için kancalarla donanmıştır, gövdelerinde ve kuyruklarında da yüzmek için yüzgeçleri vardır. Filogenetik konumları belirsizdir ve önceleri deuterostom olarak bile kabul edilmişlerdir. Ender rastlanan fosil kayıtları Kambriyen'e dek uzanır.

Yetersiz fosil kaydı ve sınıflandırmadaki anlaşmazlık nedeniyle bu grubun konumu belirsizdir.

Aysheaia

Günümüzde kadife solucanların 80 kadar yaşayan türü vardır ve yalnızca tropikal yağmur ormanlarındaki çürüyen yapraklar arasında yaşarlar. 20 cm'ye ulaşan boylarıyla segmentli bir bedenleri vardır. Her segmentte küçük bir kıskaçla donanmış kısa, bağlantısız "lobopod" uzantılar bulunur. Eski Gondvana süper kıtasında yer alan günümüz karalarındaki dağılımları, Kambriyen başlarındaki denizlere dek uzanan bir evrim tarihini gizler.

Yohoia

900.000'den çok üyesi ve küresel dağılımıyla Euarthropoda, yaşayan türlerin en büyük grubudur. Milimetre boyutlarındaki böceklerden dev denizörümceğine kadar çeşitlilik gösterirler; segmentli bedenleri ve eklemli dış iskeletleri vardır. Her segmentte hareket etmek için bir çift simetrik uzantı olur ve bu segmentlerden bazıları daha karmaşık yapılara dönüşmüştür. Fosil kayıtları Kambriyen'in başlarına dek uzanır.

Heterodera

Yaşayan 20.000 kadar nematod türü, segmentsiz, yuvarlak ve ikili simetrili solucanların büyük bir grubunu oluşturur. Bedenleri kalın bir üst deriyle kaplıdır ve solunum ya da dolaşım sistemleri yoktur. Genellikle milimetre boyutlarındadırlar; ama bazı parazit türleri birkaç metreye kadar büyüyebilir. Nematodlar, bazıları parazit olsa da sucul ortamların çoğunda ve nemli karasal ortamlarda (özellikle toprakta) bulunurlar. Ne var ki fosil kayıtları son derece azdır.

Ottoia

Her ne kadar yalnızca 16 yaşayan türü olsa da priapulidaların fosil kayıtları Kambriyen'e dek uzanır. Bu avcı hayvanlar birkaç santimetreye kadar büyüyebilir ve deniz dibi kalmantılarında oyuklar açabilir. Üç segmentli bedenleri kitinli bir üst deri tabakasıyla örtülüdür. Oyuk açmak ve avlarını yakalamak için dikenlerle kaplı, içeri çekilebilir hortumları vardır. Solunum ve dolaşım sistemleri yoktur.

INTROVERTA

ECDYSOZOA

PROTOSTOMIA

Tüm protostomelerin ortak yönü, ağzı oluşturacak ilk açıklığın (blastopor) sindirim yolunun öteki ucunda oluşacak anüsle birlikte embriyonda gelişmesidir.

ECDYSOZOA

Protostomelerin büyük bir grubu olan ecdysozoaların, kitinden yarı sert yüzeyli bir üst derisi olur ve bunu genellikle, büyümeleri için yaşamları boyunca birkaç kez değiştirirler.

INTROVERTA

Genellikle solucan şekilli hayvanlardan oluşan bu grubun ayırt edici özelliği, önde yer alan ve içeri çekilebilen introvert adlı yapıdır. Beyinleri, gırtlağı çevreleyecek şekilde, bir sinir düğümünden gelişir.

MOLLUSCA

117.000'den fazla yaşayan türüyle yumuşakçalar, dikkate değer çeşitliliği olan bir hayvan grubudur ve kendi içlerinde sekize ayrılırlar. Pek tanıdık olmadığımız santimetre boyutlarında, solucan şeklinde ve kalkerli iğnelerle kaplı olanlardan daha tanıdık karındanbacaklılara ve en az 10 m uzunluğundaki dev mürekkepbalığını da içeren kafadanbacaklılara kadar büyük bir değişkenlik gösterirler.

Temel yumuşakça yapısında, altta yer alan düz ve kaslı bir "ayak", hareket etmeyi sağlar. Belirgin bir başları, bir kuyrukları ve bedenlerinin üst yanında –iç organların yer aldığı– bir kabarıklıkları vardır. Bu kısım solungaçların üzerine doğru katlanan koruyucu bir kabukla kaplıdır ve buradan salgılanan kalsiyum karbonatla hayvanın genellikle kendisini içine çekebileceği bir kabuk oluşur.

Kaslı ayağın, bir yüzey boyunca sürüklenmekten dip tortusu içinde çukur kazmaya, yüzmekten avı yakalamaya kadar birçok farklı işlevi üstlendiği bu beden yapısının olağanüstü uyumlu olduğu ortaya çıkmıştır. Oldukça gelişmiş gözleri ve öğrenme yetenekleriyle tıpkı kafadanbacaklılarda olduğu gibi kafa ve bağlantılı duyu organları son derece karmaşık olabilir. Ancak bivalvia ve scaphopoda gibi başka gruplarda baş güdükleşmiş, hatta yok olmuştur; neredeyse tümüyle kabuğun içinde kalan bir beden vardır.

Grubun kökenleri şimdilik bilinmiyor –Prekambriyen'in sonlarına uzanıyor olmalı, ancak fosil kayıtları Kambriyen'in başlarındaki değişik konik şekillerde, milimetre boyutlarında ve tek kabuklu yapılarla başlıyor. Bunlar büyük olasılıkla temel kafadanbacaklı, karındanbacaklı ve çift kabuklu gruplarını oluşturmuştu. Bunun ardından yumuşakçalar sucul ortamların çoğuna uyum sağlamış, Devoniyen'de tatlı suları, Karbonifer'de de karaları kaplamışlardır. Ayrıca hem sucul hem de karasal ortamlarda yaşayan, kabuğunu yitirmiş ve bu yüzden önemli bir fosil kaydı bırakmayan sümüklüböcek benzeri yumuşakçalar da vardır. Yumuşakçalar yalnızca, çok soğuk ve kuru ortamlarda bulunmazlar.

CAUDOFOVEATA

Chaetoderma

Caudofoveata, çeşitliliği az, yumuşak bedenli, solucan benzeri ve evrimsel konumu kesin olmayan iki deniz yumuşakçası grubundan biridir. Deniz tabanı tortusunun içine gömülme eğilimindedirler ve bilinen fosil kayıtları yoktur. Ancak yaklaşık 5 cm uzunluğa erişebilen yaşayan 100 kadar türleri vardır. Öteki grup Solenogastres, yaşayan 350 türle benzer bir yaşam biçimi sergiler. ABD'de Illinois'te Geç Karbonifer'den kalma yalnızca bir fosil kaydı bulunur. Her iki grup da kalkerli küçük pul ve iğneler taşıyan bir üst deriyle kaplıdır.

POLYPLACOPHORA kitonlar

Tonicella lokii

Kitonların 900 kadar yaşayan türü, sert organik dişlerini dillerini kullanarak kaya yüzeylerinden algleri kazıyan denizel otçul bir grubu oluşturur. Baş-kuyruk ekseninde belirgin bir ikili simetrisi olan düz ve oval bedenleri 30 cm'ye kadar ulaşabilir. Düz karın bölgelerinde örtüyle kaplı kaslı bir ayak, solungaç ve biriken birçok katmandan oluşan ve ilkel yumuşakça özelliğini yansıtan karbonatlı kabuk yer alır. Fosil kayıtları Kambriyen'in sonlarına dek uzanır.

MONOPLACOPHORA

Neopilina

15 denizel türden oluşan bu küçük grup klasik "yaşayan fosiller"dir. Çağdaş temsilcileri 1952'de keşfedilene kadar Kambriyen'in başlarına dek uzanan kalıntılarla tanınıyorlardı. İç organları kaplayan kep şeklindeki tek kabuk ve düz kaslı ayaktan oluşan beden yapılarıyla ilkel yumuşakça konumuna yakın dururlar. Önceleri ikili kasların basit segmentlenmenin varlığını gösterdiği düşünülse de artık buna kuşkuyla bakılıyor.

EUMOLLUSCA ◆

MOLLUSCA ◆

MOLLUSCA

Protostomeler içindeki gelişim, Lophotrochozoa (solucanlar, yumuşakçalar ve dallıbacaklılar gibi gruplar) ve Cuticulata (eklembacaklıları ve priapulidleri içerir) arasında temel bir ayrıma karşılık gelir.



Günümüzdeki mürekkepbalıkları, oldukça gelişmiş beyinleri ve avcı yaşam biçimlerine uygun duyu organlarıyla gelişmiş kafadanbacaklılardandır.



Sinuites

nautilid

Aviculopecten

Antalis entalis

103.000'den çok yaşayan türü ve Kambriyen'in sonlarına dek uzanan fosil kaydıyla karındanbacaklılar en başarılı ve çeşitli yumuşakça gruplarından biridir. İçine çekilebildikleri sarmal kabuklarının içindeki 180 derece kıvrılmış iç organlarıyla 50 cm'ye kadar büyüyebilirler. Denizlerden tatlı sulara ve karalara yayılmada karındanbacaklılar son derece başarılı olmuştur.

Günümüzde kalamar, mürekkepbalığı, ahtapot ve nautilusu da içeren yalnızca 700 yaşayan denizel türü olsa da kafadanbacaklılar jeolojik geçmişte çok daha boldu. Özellikle nautiluidler ve ammonoidler sarmal kabukları ve tutmaya yarayan dokunaçlarıyla çok başarılıydı. Fosil kayıtları Kambriyen'in sonlarına dek uzanır.

1 m'ye kadar uzayabilen bir çift karbonat kabukla bedenlerini koruyan çift kabuklular, Devoniyen'den beri tatlı suların büyük bir bölümünü kaplamak üzere Kambriyen başlarındaki denizlerden başarıyla çeşitlenmiştir. Günümüzde 12.000 kadar türleri vardır. Kabuklarını oyuk açma, yüzeylere yapışma, serbestçe yüzme ve avcılardan kaçma gibi farklı yaşam biçimlerine uyumlu hale getirmişlerdir.

Oyuk açabilen bu deniz yumuşakçalarının 400 kadar yaşayan türü vardır. İnce uzun, koni şeklindeki kabuklarının altında yer alan birkaç santimetre boyunda ve büyük değişikliğe uğramış bedenlerinde oldukça küçülmüş kafaları, solungaçları olmayan tam gelişmemiş solunum sistemleri ve oyuk açmak için karınlarında yer alan silindir şeklinde bir ayakları vardır. Fosil kayıtları Ordovisiyen'in sonlarına dek uzanır.

◆ VISCEROCONCHA

LOBOCONCHA ◆

◆ CONCHIFERA

FOSİLLER VE JEOLOJİK TARİHLEME

Birçok yumuşakça grubu, yumuşak dokularını korumak için kalsiyum karbonat salgılayarak kabuk oluşturur. Korunabilen bu mineralli kabuklar fosil kayıtlarının çok önemli bir bölümünü oluşturur. Ne var ki bunların kabukları genellikle, görece dayanıksız aragonit mineralinden yapıldığı için birçok yumuşakça fosili ya tortul kalıplar şeklinde korunmuştur ya da kabukların yerini kalsit almıştır.

Kafadanbacaklılar, evrimsel geçmişimizi anlamamıza çok önemli bir katkıda bulunur. Çeşitlilikleri ve hızlı evrimleri, sarmal kabuklarının Paleozoyik ve Mesozoyik denizlerinde yaygın fosillerinin olmasını sağlamıştır. 19. yüzyılın sonlarında Alman paleontolog Albert Oppel, Jura katmanlarının bölümlenmesi ve ilişkilendirilmesinde kafadanbacaklılarda ammonit fosillerinin potansiyelini fark etmişti. Hızlı evrimleşen ammonit türlerinin tanımlanması, deniz tabakalarının birbirini izleyen ve fosillerin bulunduğu her yerde birbiriyle ilişkilendirilebilen "biyobölgeler"e hassas bir şekilde ayrılmasını sağlamıştı.

Oppel'in öncü çalışmasından bu yana Kambriyen deniz trilobitinden Kenozoyik kara kemirgenlerine kadar çeşitli yaşam biçimlerinin fosillerinin kullanılmasıyla benzer biyobölge şemalarının geliştirilmesi, Dünya'nın her yanındaki tüm devirlere ve ortamlara ait tabakaların bölümlenmesini ve ilişkilendirilmesini sağlamışlır.

LOBOCONCHA

Loboconcha, yalnızca ayak ortaya çıkacak şekilde tüm bedeni kaplamak üzere genişlemiş kabukları olan conchiferalardır. Bu grupta çift kabuklular ile scaphopodlar bir arada bulunur. Başın kabuktan belirli bir miktar dışarı uzanabildiği Visceroconcha (karındanbacaklılar ve kafadanbacaklılar) ile önemli bir karşıtlıkları vardır.

CONCHIFERA

116.000 kadar yaşayan türe ulaşan birkaç önemli yumuşakça grubu, conchiferayı oluşturur. Karakteristik özellikleri, larva aşamasında taşıdıkları karbonattan bir kabuktur –ileride tek bir koniden çift kabuğa kadar değişen çeşitli yapılara dönüşür. Bazı conchifera türlerinde kabuk bedenin içine emilir ya da tümüyle ortadan kaldırılır. En eski fosil temsilcileri olan monoplacophoralar ve çift kabuklular Kambriyen'in başlarında ortaya çıkmıştır.

EUMOLLUSCA

117.000'i aşkın yaşayan türden oluşan geniş eumollusca grubu kaslı bir ayak, solungaçlar, çiftli kaslar ve kalsiyum karbonattan oluşan koruyucu bir yapı salgılamalarıyla oluşan sırlı kaplayan kabuklarıyla tanımlanırlar.

EUARTHROPODA

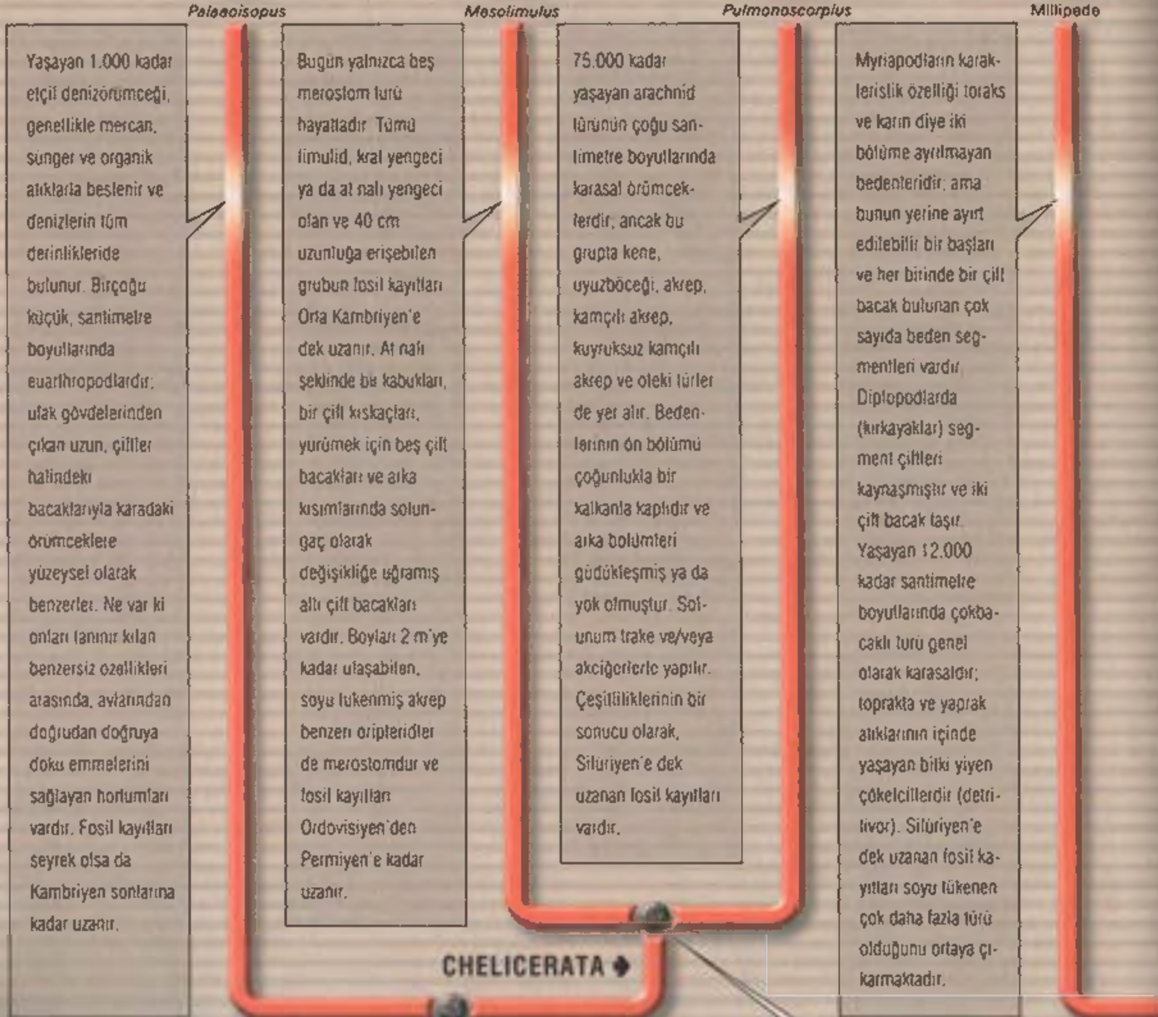
Euarthropodanın önemini abartmak zordur. İster bireylerinin sayısı, ister türlerinin sayısı, ister çeşitlilikleri ya da biyokütleleri hesaplansın, protostomelerin bu grubu, öteki hayvanları açık ara geride bırakır ve gezegenimizin ekosistemi için yaşamsal bir önem taşır.



Denizel kökenleri ve Kambriyen'in başlarına uzanan fosil kayıtlarıyla euarthropodlar çok geniş bir niş çeşitliliğinden yararlanan ilk hayvanlardı. Ne var ki soyu tükenmiş bazı grupların soy hatlarındaki belirsizlik, günümüz euarthropodlarının tek bir ortak atadan gelmiyor olma ve gerçek bir "monofiletik" grup oluşturmama olasılığını ortaya koyuyor.

Sert ve su geçirmez bir dış iskelet ve çiftler halindeki eklemli bacaklar euarthropodların Ordovisiyen'de sulardan karaları istila etmek için bir ön uyum geçirdikleri anlamına geliyordu. Karalarda gerçekleşen sonraki çeşitlenmeler bütünsel olarak bitkilerin ve dolayısıyla karasal yaşamın evrimiyle ilişkiliydi.

Çoğu böcek olan altıbacaklılar öteki tüm euarthropodlardan sayıca çoktur. Fosillerin korunması özel koşulları gerektirse ve fosiller çok yaygın olmasa da bunların Devoniyen'e dek uzanan fosil kayıtları vardır. Bu koşulların giderek daha iyi anlaşılmasıyla geçmişte yaşamış bu böceklerin gittikçe daha çoğu ortaya çıkartılıyor.



Çok başarılı ve çeşitli olan kınkanatlıların temsilcisi patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*), tür sayısı bakımından yeryüzündeki tüm canlıları geride bırakan altıayaklılar kladının bir parçasıdır.





Lasionectes entrichoma

Santimetre boyutlarındaki yaşayan 11 remiped türü, çok kısa bir süre önce Meksika Körfezi'ndeki sualtı mağaralarında keşfedilmiştir. Dallı bir anten taşıyan belirgin bir başları ve yüzmeye yarayan uzantılar taşıyan birbirine eş çok sayıda segmentleri vardır. Açıkça görünen ilkel beden planları aslında kabuklulara yakın olduklarını düşündürse de tersi yöndeki kanıtlar onları daha gelişmiş malacostracalarla ilişkilendirir. Ender fosil kayıtları Karbonifer'e dek uzanır.

Lepidurus packardi

Milimetre boyutlarındaki cephalocaridaların dokuz türü, fosil kayıtları Devoniyen'in başlarına ve olasılıkla daha da öncesine kadar uzanan çok daha büyük bir gruptan hayatta kalabilenlerdir. Dipte yaşayan bu küçük su hayvanlarının yaşayan temsilcileri çok kısa bir süre önce keşfedilmiştir. Üç parçalı bir yapısı olan bedenleri kalkanlı bir baş, her biri ikişer uzantılı dokuz segmentli olan bir toraks ve uzantısız bir karından oluşur.

Valdiviella insignis

Maxillopoda içindeki 15.000 kadar tür, ağırlıklı olarak suda yaşayan, milimetreden santimetreye kadar değişen boyutlardaki kabuklu benzerleridir. Kaya midyesinden copepoda, ostracoddan branchiurana kadar değişiklik gösterir. Baştaki kabuk küçülmüştür, torakta en çok altı segment bulunur ve karında çıkıntı yoktur. Çeşitlilikleri ve Kambriyen'e dek uzanan fosil kayıtları grubun aslında parafiletik olduğunu ortaya koyar.

Lepidocaris

Dallıbacaklılar, milimetreden santimetreye kadar değişen boyutlarda, çoğunlukla tatlı su hayvanlarıdır; ancak yaşayan 1.000 kadar türün çoğu daha tuzlu sularda da yaşayabilir ve bazılarının yumurtaları uzun süreli kurumaya karşı dayanıklıdır. Bunların içinde tatlı su karidesi (anostraca), notostraca, conchostraca ve cladocera (supiresi) yer alır. Tipik olarak karındaki uzantılar kaybolmuştur. Fosil kayıtları Devoniyen'e dek uzanır.

Crangospis

23 000 kadar yaşayan türden oluşan bu geniş gruptaki hayvanların çok çeşitli beden planları ve yüzmekten oyuk açmaya kadar değişen yaşam tarzları vardır. Yengeç, ıstakoz, karides (decapod) gibi tanıdık "eumalacostracalar"ı, kumpiresini (amphipod), tespihböceğini (isopod) ve phyllocaridleri de içerir. İlk olarak Kambriyen'in başlarında denizlerde çeşitlenmeye başlamışlar ve o zamandan beri çoğu su ve bazı kara habitatlarını fethetmişlerdir.

Notocupoides

900 000 kadar yaşayan türüyle altıbacaklılar, yürümeye yarayan üç çift bacaklarıyla tanınır. Milimetre boyutlarındaki böceklerden 20 cm kanat açıklığı olan kelebeklere kadar dikkate değer bir beden planı çeşitlilikleri ve parazitlikten üst düzeyde sosyallığe kadar değişen yaşam biçimleri vardır. Ancak ağırlıklı olarak karasal bir yaşama uygun olan trake solunum sistemi gibi birkaç uyarlanma tümünde de bulunur. Fosil kayıtları Erken Devoniyen'e dek uzanır.

PANCRUSTACEA ◆

MANDIBULATA (ya da ANTENNATA) ◆

MANDIBULATA

Bu gruptakiler, beslenme için kullanılan başa eklenmiş çiftler halindeki çene kemikleriyle ayırt edilir. Bu çene kemikleri çekirge ve yengeç gibi gruplarda daha sertleşmiştir.

PANCRUSTACEA

Bu gruptakiler nauplius adlı özel larva formlarıyla, yüzmek için başa yapışık üç çift uzantıyla ve bir kuyrukları olmasıyla dikkat çekerler. Yapılan birçok moleküler çalışma, bu grubun monofiletikliğini destekler.

HAVALANMAK

Uçmak, ilk önce böcekler tarafından kazanılan önemli bir evrimsel uyarlanmadır. Uçan altıbacaklılardan kalan en eski fosiller, Karbonifer'de yaşayan yusufçuk benzeri hayvanlara ait olanlardır. İlk kanatların –mayıssineği larvasında hâlâ bulunan– hareketli solungaçlardan mı yoksa göğsün segmentlerinde yer alan loblardan mı evrimleştiğine ilişkin tartışma sürmektedir. Kanatlar nasıl evrimleşmiş olursa olsun, sayı ve çok yönlülük bakımından böcekler hâlâ en başarılı uçuculardır.

DEUTEROSTOMIA

Günümüzün iri hayvanlarının neredeyse tümü omurgalıdır ve bunların kökeni, ilk ikili simetrili hayvanların yer aldığı deuterostomia grubuna uzanır. Protostomeler ile deuterostomeler arasındaki temel ayrım ilk olarak 19. yüzyılda embriyolojik kanıtlarla anlaşılmıştır. Ancak moleküler biyolojinin yükselişi, bunların sınıflandırılmasıyla ilgili uzun zamandır sürdürülen görüşlerde çarpıcı değişimlere yol açmıştır.



Deuterostomeler embriyolojik gelişim özellikleriyle, özellikle de gelişen embriyodaki blastoporda ağızdan önce anüsün ortaya çıkmasıyla tanımlanır (protostomelerin karşıtı olarak deuterostom adı, "sonra ağız" olarak çevrilebilir). Kayda değer öteki farklar arasında embriyonun dış katmanı olan ektodermden sinir sistemiyle üstderinin oluşumu da vardır.

Grubun denizyıldızı ve denizfıskıyesinden insanlara kadar uzanan sıra dışı bir çeşitliliği vardır. İlk sayılanların da grupta yer alması, özellikle erişkin türleri düşünüldüğünde, ilginç gelebilir. Ancak bu derisidikenlilerin embriyolojik ve larval gelişimleriyle urochordata (tunikatlar) grubu, bunların deuterostome bağlantılarını ortaya çıkarır. Derisidikenliler, ikili simetrili larvadan radyal simetrili erişkin biçimine doğru köklü bir değişim (başkalaşım) geçirir. "Kordalı" durumuna ulaşılması (larva denizfıskıyelerinde ilkel şekilde görüldüğü gibi), evrimsel yolculukta gerçek omurgalılara doğru alınan yolda önemli bir gelişmedir.

Deuterostomelerin en eski fosil kayıtlarının izlenmesi, Çin'deki Chengjiang ve Kanada'daki Burgess Shale Kambriyen katmanlarındaki birkaç küçük ve yumuşak bedenli hayvanın yorumlanmasına bağlıdır. Yumuşak bedenleriyle korunabilmiş ilk deuterostomelere ait yeni buluntular, grubun kökenlerine ilişkin daha ileri bir kavrayışı kesin olarak getirecektir.

Yaşayan 6.000 kadar derisidikenli türü birkaç desimetreye kadar büyür ve denizyıldızı (Asteroidea), yılanyıldızı (Ophiuroidea), denizkestanesi (Echinoidea), denizzambağı (Crinoidea) ve daha az tanıdık olan denizhıyarı (Holothuroidea) bu grupta yer alır. Tümünün de birkaç plak ya da iğneden oluşan, kalsiyum karbonat içeren bir dış iskeleti vardır. Bunun sonucu olarak da geriye, Paleozoyik'in başlarına dek uzanan iyi bir fosil kaydı bırakmışlardır. Özellikle denizde yaşarlar; beşli simetri gösteren erişkinlere dönüşen, ikili simetrili ve açıklarda serbest yüzebilen "pelajik" larvaları vardır.

Yaşayan 85 tür deniz yarıkordalısı (hemicordate), boyu birkaç desimetreye varan palamut solucanını ve boru şeklindeki organik iskeletler içinde çizgisel bir düzende yaşayan kolonici formları içerir. Beden üç bölüme ayrılmıştır ve ayırt edilebilir hortumları vardır. Fosil kayıtları Kambriyen'e dek uzanır ve çok sayıda soyu tükenmiş grubu da içerir. Birçoğu hızlı bir şekilde evrimleştiği için, Erken Paleozoyik deniz katmanlarının göreli tarihlenmesi için kullanışlıdırlar.

Tunikatlar yaşayan 1.300 kadar türü, denizfıskıyesi (deniz tabanında durağan ya da yapışık bir yaşam sürerler), serbestçe yüzen salplar (bazıları kolonicidir) ve appendicularianlardan oluşur. 10 cm'ye kadar büyürler; erişkin ve larva halleri arasında çok az benzerlik vardır. Larva serbestçe yüzer ve kuyrukla sırt ipliği (notokord), yetişkin forma doğru başkalaşım geçirirken yitirilir. Fosil kayıtları yetersizdir; ancak Kambriyen'e dek uzanır.

DEUTEROSTOMIA ➧

CHORDATA (KORDALILAR)

Bu grupla denizfıskıyelerinden insanlara kadar 52.000 yaşayan tür yer alır ve onları bir araya getiren şey gelişimlerinin belli bir aşamasında ortaya çıkan sırt ipliği (notokord) adlı esnek destek çubuğudur.

Günümüzdeki dikenli vatozlar (Dasyatidae) kıkırdaklı balıkların ilkel chondrichthyan soy hattındaki örnekleridir ve çene geliştiren ilk omurgalılardır.

CEPHALOCHORDATA



Pikaia

Yaşayan batraklar, boyları 8 cm'ye ulaşan küçük kordalılardır. Tümü tropikal denizlerde yaşayan bir düzine kadar türü bilinmektedir. Sığ bölgelerde oyuk açıp süzerek beslenirler ve suyu ağızlarıyla emip solungaç benzeri yarıklardan (ilkel solungaç) beslenme ve solunum için geçirirler. Sert ancak esnek notokordlarına hayvanın yüzmesini sağlayan segmentli kaslar bitişiktir. Kanada'daki Kambriyen kayalarındaki *Pikaia*, fosilleşmiş bir cephalochordat olabilir.

MYXINOIDEA



hagfish

Hagfishlerin 20 kadar yaşayan türü vardır. Bunlar 60 cm'ye kadar büyüyebilen ve deniz tabanında oyuklar açabilen yılanbalığı benzeri kafataslılardır. Çeneleri yoktur, ancak ağızlarının çevresi törpü görevi gören, ısırmaya ve avının dokusunu emmeye yarayan diş plakalarıyla kaplıdır. Solungaçların dizilimi omurgalılardakinden farklıdır ve fosil kayıtları Karbonifer'e dek uzanır.

PETROMYZONTIFORMES



Lampetra

Yaşayan 40 kadar çenesiz taşemen türünün tatlı su larvaları ve çoğunlukla denizde yaşayan erişkinleri vardır. Emmek için kullandıkları ağızları ve azıdişleriyle parazit bir yaşam sürerler. İnce uzun, yılanbalığı benzeri, 1 m'ye ulaşan bedenleri, ikili yüzgeçleri olmayan özel bir kıkırdak iskeletleri vardır. Fosil kayıtları Kambriyen'e dek uzanır.

CHONDRICHTHYES



Hybodus

Günümüzde köpekbalığı ve vatoz gibi kıkırdaklı balıklar, birkaç metre boya erişebilir. Yalnızca denizlerde yaşamalarına karşın çok yaygındırlar. Yaşayan 850 tür, erkeklerdeki özel çiftleşme organıyla ayırt edilir. Siluriyen'den beri süren zengin fosil kayıtları hem deniz hem de tatlı su türlerini içerir.

SARCOPTERYGII

Bkz. sayfa 268



Onychodus

Bu gruptaki yaşayan 26.000 kadar tür, akciğerli balıklardan insanlara kadar çeşitlilik gösterir ve fosil kayıtları Siluriyen'e dek uzanır. Tanımlayıcı özellikleri tek bir eklemle pelvis kemerine ve göğüs kemerine tutturulmuş ikili yüzgeçleridir.

ACTINOPTERYGII

Bkz. sayfa 268



Dastilbe

Bu gruptaki 24.000 kadar yaşayan tür, ışınsal yüzgeçli balıklardan (yani kıkırdaklı balıkların ve lob yüzgeçli balıkların dışındakiler) oluşur. Fosil kayıtları Siluriyen'e dek uzanır.

◆ OSTEICHTHYES

◆ GNATHOSTOMATA

◆ VERTEBRATA

◆ CRANIATA

◆ CHORDATA

CRANIATA

Bedenin ön tarafında, duyu organlarının çevresinde bir beyin haznesinin (kafatası) gelişimi, kafataslı kordalıların karakteristik özelliğidir. Bu geniş grubun fosil kaydı Kambriyen'e dek uzanır.

VERTEBRATA

Notokordu çevreleyen ve onun yerini alan bir omurgayı taşımak, 50.000'den çok yaşayan türü olan bu temel grubu tanımlar. İçkulakta iki tane yarım dairesel kanal, dışa yönelik göz kasları ve yan duyu eksenleri vardır. Omurgalıların fosil kaydı Kambriyen'e dek uzanır.

GNATHOSTOMATA

Omurgalıların bu geniş grubu, en öndeki solungaç kemerlerinden gelişen ve ısırmaya yarayan bir çeneye sahip olmalarıyla ayırt edilir. Solungaçlar, solungaçla ilişkili iskeletin dışında yer alır ve içkulak üçüncü bir yarım dairesel kanal geliştirmiştir. Geç Ordovisiyen'de ortaya çıkan, soyu tükenmiş dikenli yüzgeçliler (acanthodianlar), çenenin evriminde bir alt basamağı oluşturur.

SINIFLANDIRMA SORUNLARI

Deuterostomeler arasında çözülememiş bazı iç ilişkilendirme sorunları vardır. Yarıkordalıların durumu için de sorulmuş bazı sorular bulunmaktadır; özellikle de monofiletik olup olmadıkları sorgulanmıştır (çünkü solungaç yarığı gibi birçok özelliğin düzenlenişi kordalılardan farklıdır). Ayrıca, derisidikenliler gibi kalkerli plakalar şeklinde bir iskeleti olan, soyu tükenmiş, asimetrik ve calicchordata olarak adlandırılan bir grup tuhaf canlı vardır. Bunların hem derisidikenlilerle hem de kordalılarla ilişkisi hâlâ tartışma konusudur; tıpkı haglish ile taşemenin soyu tükenmiş, çenesiz, balık benzeri bir grupla ilişkisi gibi.

OSTEICHTHYES

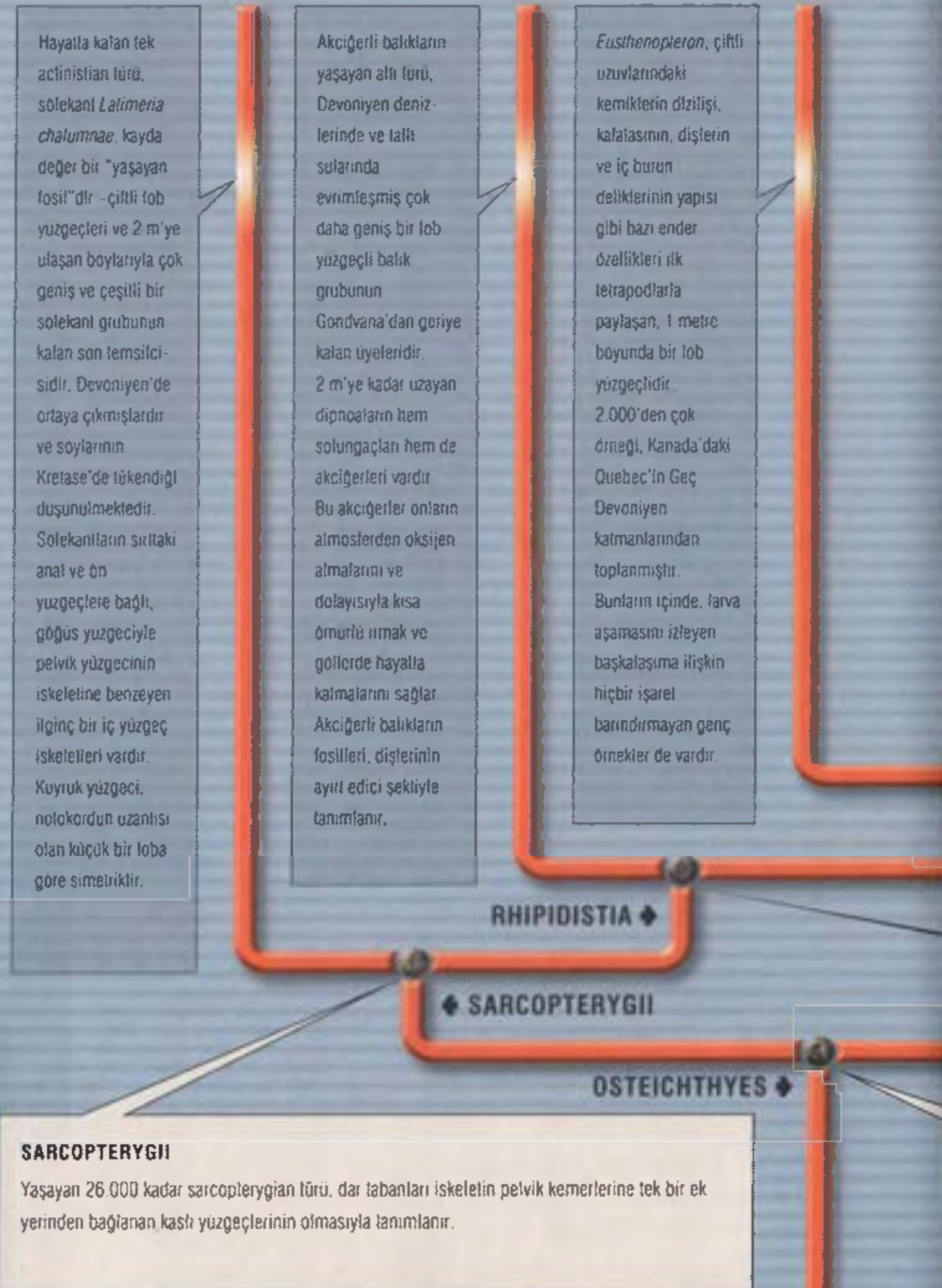
Omurgalıların evrimi, kayda değer yeni özelliklerin belirlediği bir dizi aşamadan geçmiştir. Çenenin gelişimi, kıkırdaklı chondrichthyanlar ile osteichthyanları –ya da kemikli balıkları– birleştiren gerçekçeneliler (gnathostomata) grubunu tanımlamıştır. Kemikli balıklar da ışınsal yüzgeçliler (actinopterygii) ve altsoyları tetrapodlar olan lob yüzgeçliler (sarcopterygii) olarak alt gruplara ayrılmıştır.

Osteichthyanların (kemikli balıkların) ortak özelliklerinden biri, öteki omurgalıların kıkırdaklı iskeletinden değişime uğramış kemikli iç iskeletleridir. Genellikle "balık" olarak adlandırılanların (kıkırdaklı köpekbalıkları ve vatozların dışındakiler) yanı sıra, –kladistik anlamda– semenderler, yılanlar ve kuşlardan insanlara kadar muazzam bir çeşitlilik gösteren tetrapodları içeren 50.000'den çok yaşayan tür, bu grup bünyesinde bir araya gelir. Hem kemikli balıkların hem de kıkırdaklı balıkgillerin, büyük olasılıkla Silüriyen'in bir noktasında, ortak bir gerçekçeneli ataları olmuştur. Ancak bu önemli ayrım, "balık" (Linneci Pisces Sınıfı) gibi eski terimlerin bilimsel anlamda neden gözden düştüğünü ortaya koyar; çünkü tam anlamıyla monofiletik gruplamalar değillerdir.

İki tip osteichthyan kemiği vardır –endokondral ve dermal. İkincisi, başı ve göğsü koruyucu olarak kaplayan kemiksi plakalar şeklindeki, kökenleri soyu tükenen agnathanlara uzanan daha ilkel bir dokudur. Öte yandan endokondral kemikse iç iskeletteki kıkırdağın yerini alır. Omurga ve pelvis kemerine ek olarak bu iskeletin ön tarafında bir dizi "solungaç benzeri kemer" vardır ve en öndekiler, kemiksi dişlerle donanmış ısırmaya yarayan çeneyi oluşturmak üzere değişime uğramıştır.

Başka bir önemli gelişme de suda batmamayı sağlayan hava keselerinin ortaya çıkmasıdır; ancak bunlar aslında akciğerlerdir. Bunların Devoniyen'de evrimleşen balık gruplarında bulunması, az miktarda oksijen içeren tropikal tatlı sularda hayatta kalabilmek için önemli bir destek oluşturuyordu.





Maymunbalığı (Pomacanthidae), dermal kemiklerin bağlantısız ışınlarıyla sertlik kazanan yüzgeçleriyle kemikli ışın yüzgeçli balıkların tipik örneğidir.



TETRAPODA



Tiktaalik

Geç Devoniyen'in lob yüzgeçlisi *Tiktaalik*'in güdükleşmiş ama eklemsiz ışınlardan oluşan ve dermal iskeleti tutarı çiftli göğüs yüzgeçleri, ayrıca yüzgeç (bilek) eklemlerine gelişmiş bir hareketlilik veren bir iç iskeleti vardı. Bunlar başı kaldırıp desteklemeye, ayrıca büyük olasılıkla beslenmeye ve sığ ırmaklarda soluk alabilmeye yarayan uyarlanmalardı. Yine de küçük kanı yüzgeçleri, onun aslında bir balık olarak yaşadığını gösterir.

TETRAPODA



Ichthyostega

Başka bir Geç Devoniyen lob yüzgeçlisi olan 1 metre boyundaki *Ichthyostega*'nın dermal iskeletinin son izleri de kaybolmuştu ve gerçek bir dört ayaklının uzuvlarındakine benzeyen sekiz iç parmağı vardı. Yine de bunlar, balık benzeri kuyruğuyla birlikte, beden ağırlığını desteklemekten çok yüzmek ve kavramak için kullanılıyordu.

LISSAMPHIBIA



Cryptobranchus

Yaşayan 5.000 lissamphibia türünün tümünün karakteristik özelliği, özelleşmiş dişleridir. Çoğu 1 m'den kısadır ve tipik olarak ılık tatlı su ortamlarında yaşarlar. Fosil kayıtları Triyas'ta çok daha büyük boyutluları da içeren daha geniş bir gruptan evrimleştiklerini gösterir.

AMNIOTA

Bkz. sayfa 270



Hylonomus

Karbonifer'de ortaya çıkan ve günümüzde 21.000 dolayında türü olan bu büyük tetrapod grubu, embriyonun çevresinde sıvıyla dolu bir zarın gelişmesiyle ayırt edilir. Bu da üremeyi suya bağımlılıktan kurtarır.

ACTINOPTERYGII



Cheirolepis

24.000 kadar yaşayan türüyle çok çeşitli ışınsal yüzgeçli balıklar, kıkırdaklı balıkgiller dışında kalan "balıklar"ın büyük çoğunluğunu oluşturur. Taşıdıkları ad, geniş tabanlı ve çok ışınlı yüzgeçlerine gönderme yapar; ancak yine de dış yapılarıyla ayırt edilirler. Fosil kayıtları Silüriyen'e dek uzanır ve o zamandan bu yana, ağır kemikli ilkel formlardan günümüzde egemen olan ince yapılı turna ve somon gibi teleostlara kadar, art arda evrim dalgaları geçirmişlerdir. Grup, tüm sucul ortamlarda başarıyla yaygınlaşmıştır.

TETRAPODA ◆

TETRAPODA

Tetrapodların temel olarak hareket için kullanılan çiftli uzuvları, benzer şekilde çiftli olan sarcopterygian lob yüzgeçlerinden, dermal iskelet öğelerinin yitirilmesi ve iç parmakların, iç iskeletin kemikli yapısının bir parçası olarak gelişmesiyle evrimleşmiştir.

OSTEICHTHYES

Bu grup, embriyon kıkırdağı yerine kıkırdak içinde gelişen kemiğin ve akciğer ya da suya batmamayı sağlayan "yüzme kesesi" işlevi gören (bağırsaklardan dallanan) hava keseleriyle tanımlanır.

RHIPIDISTIA

Sarcopterygii içindeki bu grup, ikisi kanın içeri alınması için kulakçık biri de pompalanması için karıncık işlevi gören üç odacıklı bir kalbi olmasıyla tanımlanır.

DARWIN VE TETRAPODLAR

Darwin, tetrapod uzuvlarında gördüğü benzerliklerinden etkilenmiş ve *Türlerin Kökeni*'nde "Hepsi de aynı şablon üzerinden yapılmış, birbiriyle ilişkili konumlarda bulunan ve benzer kemikler içeren, bir insanın tutmaya ya da bir köstebeğin kazmaya yarayan elinden, bir atın bacağından, bir domuzbalığının yüzgecinden ve bir yarasanın kanadından daha ilginç ne olabilir ki?" diye sormuştur.

Şimdi, 150 yıl sonra, biz daha az şaşırıyoruz –biliyoruz ki böyle yapıların hepsi, ilk metazoaların tümünde gömülü olan genetik "düzenleyici çevrimler" etkinliğiyle gelişmiştir. Eskiden beri paylaşılan böylesi kökenler ya da gelişim sırasındaki hücre-tipi özel mekanizmaları yöneten "homolojiler", tetrapod uzvu ve hayvan gözü dahil çok çeşitli yapıların bağımsız evrimi için gereken şablonları sağlamıştır.

TETRAPODA

Tetrapodlarla –ikiyaşayışlılar, memeliler, sürüngenler ve kuşlar gibi dört uzuvlu omurgalılarla– ilgili geleneksel görüşler son zamanlarda köklü bir değişime uğradı. Yeni keşifler ve analiz yöntemleri, bu geniş ve çeşitli grubun hem yaşayan hem de fosil temsilcilerinin yalnızca kökenlerine değil aynı zamanda aralarındaki ilişkilere yönelik de gelişmiş bir kavrayış kazandırdı.

Tetrapodların 26.000 kadar yaşayan türü kurbağa ve semenderlerden memelilere, kaplumbağalardan kertenkelelere, kuşlardan timsahlara kadar değişkenlik gösterir. Bunların ayırt edici özellikleri –gymniophone lissamphibianlar, pullu yılanlar ve bazı deniz memelileri gibi kimi gruplarda sonradan güdükleşmiş hatta yok olmuş olsa da– uçlarında parmaklar olan dört uzuvdur. Gerçi Devoniyen'e dek uzanan fosil kayıtları, ilkel tetrapod uzuv çiftlerinin soyu tükenmiş Devoniyen sarcopterygian balıkların çiftli yüzgeçlerinden türediğini gösteriyor ve değişik gruplarda farklı hareket tipleri için sonradan uyumlu hale geldiğini kanıtlıyor: Bir kuşun ya da yarasanın kanatlarının içindeki kemikli yapı, bir fokun yüzgeçleri ya da bir şempanzenin kolları hep türdeştir.

Tetrapodlarda görülen diğer önemli gelişmeler arasında kafadan ayrılan göğüs kemeri ve ilk boyun omurgasının özelleşmesiyle boynun ortaya çıkması da vardır. Burun deliği ve geniz kesesi, bir gözyaşı kanalıyla (panderichthyid ve osteolepiform gibi soyu tükenmiş sarcopterygian "tetrapodomorf" gruplarda görülen bir durum) bağlantılı hale gelir. Ayrıca çene kemiklerinden biri olan hyomandibular, işitme sistemine geçerek içkulaktaki üzengi kemiğine dönüşür.



Boulengerula boulengeri

"Kör kertenkeleler"in –boyu 1 m'ye varabilen solucan biçiminde, ayaksız ikiyaşayışlılar– 160 kadar yaşayan türü genellikle nemli kara habitatlarında yaşar. Kemerleriyle birlikte uzuvlarının güdükleşip kaybolması, gelişimi Jura'ya dek uzanan fosillerle belgelenen oyuk açmaya dayalı bir yaşam biçimine yönelik ikincil bir uyarlanmadır. Gymniophona ayrıca, hayvanın ağzından dışarı doğru uzanan, içe çekilebilir özel bir "dokunaç" da geliştirmiştir.

Chunerpeton

Yaşayan 400 kadar semender türünün kertenkeleye benzeyen bedenleri vardır ve yaklaşık 2 m'ye kadar büyüyebilirler. Genellikle karasaldırlar; ancak üremeleri suya bağımlıdır. Bazı semenderler "neoteni" özelliği gösterir, yani cinsel olgunluğa erişliklerinde hâlâ birtakım gençlik özellikleri de taşırlar. Ama genel olarak dikkat çekici bir anatomik özellikleri yoktur. Ne var ki monofilileri genetik analizlerle desteklenmiştir ve fosil kayıtları Jura'ya dek uzanır.

Callobatrachus

Kurbağalar ilk ortaya çıktıkları Jura'dan bu yana geniş bir kara habitatı çeşitliliğine uyum sağlamıştır. Pelvisleri ve sıçramaya dayalı hareket biçimleriyle ilişkili olarak uzamış kalça kemiklerinin özel yapısıyla ayırt edilirler. Günümüzdeki 4 300 kadar yaşayan türü, birçoğunun soyu tükenmekte olsa da, onları lissamphibianların en başarılıları yapar.

BATRACHIA ◆

◆ LISSAMPHIBIA

TETRAPODA ◆

LISSAMPHIBIA

Yaşayan 5.000 ikiyaşayışlı türü, lissaphibianlar grubunda yer alır. Bunlar, diş yapıları, kısa ya da hiç bulunmayan kaburgaları, özgün göz kası sistemi gibi özelliklerle ayırt edilirler. Bu grubun ilk fosilleri Triyas'ın başlarına tarihlenir.

TETRAPODA

Tetrapodlar çiftler halindeki uzuvları ve kemikli iç parmakların gelişimiyle ayırt edilir.

Galapagos kaplumbağası (*Geochelone niger*) yaşayan Chelonia'ların en iri temsilcisidir. Bu grup ilk olarak Triyas'ta, 200 milyon yıldan daha önce ortaya çıkmıştır.





Prodiacodon *Trionyx* *Estesia* *Sphenodon punctatus* *Archaeopteryx*

Synapsidler, amniota içindeki iki büyük alt gruptan biridir (ötekisi Sauropsida'dır). Yaşayan bütün memeliler (4.500 kadar tür) ile memelilere öteki amniotalardan daha yakın soyu tükenmiş türleri kapsar. Kafataslarında, gözün arkasında yer alan tek bir şakak açıklığıyla ayırt edilirler –bu özellik ilk olarak Karbonifer türlerinde ortaya çıkmıştır. Bunlar Orta Permiyen'den Geç Permiyen'e dek egemen kara tetrapodlarıydılar. Ancak memeliler olarak Kenozoyik'te yeniden güçlenmelerinden önce, Permiyen sonundaki soy tükenişle sayıları büyük ölçüde azalmıştı.

Kara kaplumbağaları ve su kaplumbağaları, boynuzsu bir ağız ve kaynaşmış kemik tabakalardan oluşan, kaburgalara bağlı karapakslarıyla ayırt edilirler. Triyas'la ortaya çıkışlarından bu yana yaşam tarzı açısından çok çeşitlenmişlerdir. Boyları soyu tükenen bazı dev denizel türlerde 3 m'ye kadar ulaşmıştı. Ilıman kara habitatlarından sucul habitatlara kadar bütün yerküreye yayılmışlardı. Bugün yaşayan türlerin sayısı yalnızca 300'dür.

Yaşayan 7.000 pullu sürüngen türünün çoğu kertenkeledir. Ama aralarında iki bacaksız grubu da bulunur: yılanlar ve kör kertenkeleler. Hepsi de şaşırtıcı derecede soğuk iklimlere kadar uzanan engin bir habitat ve yaşam tarzı çeşitliliği sergiler. Fosil kayıtları Jura'da başlayan bu grubun soyu tükenmiş türleri arasında boyu 10 m'yi bulanlar da vardı. Bu grubun üyeleri kafatası yapılarıyla ayırt edilir.

Günümüzde Yeni Zelanda, bu ilkel kertenkele benzeri pullu sürüngen grubunun hayatta kalan iki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Aslında bunlar geçmişte çok daha bol ve yaygındı. Fosil kayıtları Triyas'a kadar uzanır. Dişlerinin konumu ve yapısıyla ayırt edilirler.

Yaşayan 10.000 arkozor türünü genellikle kuşlar oluşturur; ama aralarında 25 kadar timsahgil türü de vardır. Grup, gözün önünde yer alan bir kafatası açıklığı gibi bazı özelliklerle ayırt edilir. Bunlar geçmişte, dinozorları da kapsadıkları zamanlarda çok daha yaygındı. Arkozor fosil kayıtları Permiyen'e dek uzanır.

TETRAPOD KLADİSTİĞİ

Geleneksel olarak tetrapodlar, eş düzeyli sınıflara bölünürlerdi –ikiyaşayışlılar, sürüngenler, kuşlar, memeliler. Ancak ortak ve tek bir atası olan "monofiletik" grupların oluşturulmasına dayanan kladistik yöntemde, ilişkiler yeniden ve temelden düzenlendi. Bunun en iyi örneği kuşlardır (Linneci sistemde Aves Sınıfı). Kuşlar önceden sürüngenlerle (Reptilia Sınıfı) aynı düzeyde yer alıyordu. Günümüzde yapılan analizler kuşların dinozorların bir grubundan evrimleştiğini ve bu diapsid grubunun içinde uçan dinozorlar olarak "yuvalandıklarını" gösteriyor.

LEPIDOSAURIA ◆

DIAPSIDA ◆

REPTILIA ◆

AMNIOTA ◆

LEPIDOSAURIA

Bu amniota grubu, biri üst biri de alt olmak üzere, gözün arkasındaki iki kafatası açıklığıyla ayırt edilir. Bu grup, kertenkeleler, yılanlar, timsahgiller ve kuşların yanı sıra, dinozorlar, pterozorlar, plesiosaurlar ve mosasaurlar gibi bir dizi önemli soyu tükenmiş grubu da içerir.

BATRACHIA

Lissamphibianın bu grubu, içkulağın yapısının yanı sıra, iç ve dış burun deliklerinin bağlantısıyla tanımlanır.

AMNIOTA

Bu grup, gelişen embriyonu saran sıvı dolu bir keseyle ayırt edilir.

REPTILIA

Amniota altındaki bu büyük altbölüm 17.000 kadar yaşayan türden oluşur. Bunlar ilk olarak Karbonifer'in sonlarında ortaya çıkmıştır ve omurga yapılarıyla ayırt edilirler.

SYNAPSIDA

Synapsidler, yaşayan tüm memelileri ve onların Karbonifer'e dek uzanan soyu tükenmiş akrabalarını –eskiden yanıltıcı olarak "memeli benzeri sürüngenler" olarak adlandırılan bazı grupları– içerir. Çeşitliliklerine ve önemlerine karşın, soyu tükenen bu türler bilinmezliklerini, paleontoloji dünyasının dışında hâlâ korumaktadır.

Synapsidlerin ortaya çıkışı amniyot evriminde önemli bir olaydı ve bu olay, değişik aşamalarının fosil kayıtlarıyla yeniden canlandırılabilir. Bu grup ilk önce alt şakakta, gözün arkasında yer alan ve genişlemiş çene kaslarının geçmesini sağlayan bir açıklıkla tanımlanmıştı. Bu özellik zamanla, yiyeceklerin özelleşmiş dişlerle öğütülmesi gibi bazı gelişmelere yol açtı ve bu da altçenenin yeniden yapılanıp eklemlenmesine neden oldu. Burun bölgesi etçil türlerde genişledi ama bitkiyle beslenenlerin bazılarında çok farklı bir şekil aldı; ön dişler güdükleşti ve boynuzsu, kaplumbağa burnuna benzeyen ve zorlu bitkileri koparmaya yarayan bir yapıya dönüştü.

Synapsidler ilk olarak Karbonifer'in sonlarında ekvator bölgelerinde ortaya çıktı. Bunlar ilk başlarda görünüş olarak kertenkeleye benziyordu. Permiyen ve Triyas devirleri, art arda ortaya çıkan daha başarılı grupların hızla yayılmasına tanıklık etti. Ne var ki bunların birçoğu da yerlerini yeni türlere bırakmak üzere kısa sürede yok oldu.



Cotylorhyncus

İlk synapsidlerin iki ana grubundan biri olan caseasaurianlar yalnızca Permiyen'den beri bilinir. Bu grupta iki familya vardır: 4 m'ye kadar büyüyebilen otçul caseidler ve dışarıdan çok farklı görünse de burun ve burun deliği yapısıyla caseidlerle ortaklaşan daha küçük etçil eothyrididler. Bu, Erken Permiyen'de başarılı bir gruptu; ancak bu devrin ortalarında, hızla evrimleşen therapsidlerin rekabetiyle karşılaştılar. Permiyen'in sonundaki soy tükenişle yok oldular.

Varanops brevirostris

1,5 m'ye kadar büyüyebilen bu küçük ve orta boylu synapsidler, adlarından da anlaşılabileceği gibi, ince uzun bedenleri ve uzun bacaklarıyla dev kertenkelelere (varan) benziyorlardı. Narin ve hafif yapılı, geniş göz çukurlu, dar burunlu, özelleşmiş keskin ve kıvrık dişli bir çenenin bulunduğu kafataslarıyla küçük ama hareketli avları yakalayacak şekilde uyarlanmışlardı. Varanopseidler büyük olasılıkla dönemlerinin en atik avcılarıydı. Geç Karbonifer'de ortaya çıkan bu grup Permiyen'de yok oldu.

Archaeothyris

Boyları 3 m'ye varan ve uzun burunlu bazı türleri içeren bu grup Geç Karbonifer'de ortaya çıkmış ve Orta Permiyen'de yok olmuştur. Bilinen en eski pelycosaur türü –Nova Scotia'daki Joggins'le, Geç Karbonifer'in "kömür katmanında"ki fosilleşmiş bir ağaç gövdesinin içinde bulunan 50 cm'lik *Archaeothyris*– de bu gruplandır. İnce uzun burunları sivri ve keskin dişlerle donanmıştır ve bunlardan biri gelişmiş köpekdişine benzer.
Grupta sucul, yarı sucul ve karasal familyalar vardır.

Edaphosaurus

Uzunluğu 3 m'ye varan bu özelleşmiş bitki yiyici grup, bilinen en eski otçul amniyotları içerir. Grup üyelerinin görünüşü caseidlere benziyordu; ancak kafatası ayrıntılarında farklar vardı. İri bedenlerine göre başları çok küçüktü. Çenelerindeki güçlü kaslar ve dişleri ısırarak beslenmeye uyarlanmıştı. Uzun omurları geniş bir sırt "yelken"ini destekliyordu. Geç Karbonifer'de ortaya çıkan bu grup Orta Permiyen'de yok olmuştur.

SYNAPSIDA ◆

SYNAPSIDA

Bu çok büyük grup, kafatası ve dişlerinin bazı özellikleriyle ayırt edilir –alt şakak bölgesindeki açıklık, köpekdişi benzeri "caniniform"ların gelişimi vs.



Rusya'nın Permiyen tabakalarından çıkarılan *Inostrancevia*, synapsidlerin kısa ömürlü gorgonopsian grubunun bir üyesiydi.

Bkz. sayfa 274

SPHENACODONTIDAE



Dimetrodon

Bu, eupelycosaurların en gelişmiş grubudur. "Yelken sırtlı" kertenkelelerin en büyüğü olan ve boyu 3,5 m'yi bulan *Dimetrodon* da bu grupta yer alır. Diş farklılaşması, üst kopekdişlerinin ve ilk kesicidişlerin, altçenedeyse ikinci kesicidişlerin genişlemesiyle iyice ilerlemişlir. Grup, Karbonifer'in sonlarında ortaya çıkmış ve Geç Permiyen'in başlarında ortadan kalkmıştır.

DINOCEPHALIA



Estemmenosuchus

Boyu 4 m'ye varan, ağır yapılı hayvanlardan oluşan bu grup en eski ve en ilkel therapsidler arasında yer alır. Geç Permiyen'in başlarında ortaya çıkmış, hem etçil hem de otçul türleriyle en yaygın therapsid grubu olacak şekilde evrimleşmiş ve Permiyen'in bitiminden önce de yok olmuşlardır. Dişleri, kısalmış çeneleri ve kalınlaşmış kafatası kemikleriyle ayırt edilirler.

DICYNODONTIA



Dicynodon

Bu geniş ve çok çeşitli otçul grubu Orta Permiyen'de ortaya çıkmış, Geç Permiyen ve Erken Triyas'ta en başarılı karasal amniyot olacak şekilde yayılmış ve Avustralya'da Erken Kretase'ye dek hayatta kalabilmiştir. Bu grubun üyelerinin boyları küçük bir köpek ile iri bir öküz arasında değişiyordu. Fıçı şeklinde bir bedenleri, güçlü bacakları, kısa kuyrukları ve gagalı sağlam bir kafatasları vardı.

GORGONOPSIA



Inostrancevia

Therapsidlerin bu kısa yaşamış grubu, Orta Permiyen'de ortaya çıkmış, hızla Geç Permiyen'in en iyi etçilleri konumuna ulaşmış ve bazı türlerinin boyu 4 m'ye varmıştır. Güçlü kasları olan çeneleri, iyi gelişmiş kesicidişleri ve büyümüş kopekdişlerinin farklılaşmasıyla ayırt edilirler.

THEROCEPHALIA



Moschorhinus

Boyları 3 m'ye ulaşan ve çoğunlukla etçil olan bu therapsid grubu, gorgonopsianlara benzer. Gondvana'da Orta Triyas'a dek hayatta kalmışlardır. Kafatası ve diş özellikleriyle ayırt edilirler ve cynodontlarla yakın akrabadırlar.

CYNODONTIA



Dviria

Geç Permiyen'de ortaya çıkmış cynodontlar Permiyen'in sonundaki soy tükenişten kurtulmuş, birçok canlanış-yok oluş dalgasından geçerek aşama aşama daha memeli benzeri bir hale gelmiştir.

♦ THERIODONTIA

♦ THERAPSIDA

THERAPSIDA

Bu grup biarmosuchianları, dinocephalianları, dicynodontları ve theriodontları içerir. Genişlemiş bir fenestra (kafatasındaki tipik synapsid delikleri), dişlerin kesicidişler ve kopekdişleri şeklinde daha da özelleşmesi ve daha dik bir duruşla ayırt edilirler.

THERIODONTIA

Bu grup, hafif dışa kıvrık elmacıkkemikleri, daha da özelleşmiş memeli benzeri dişler ve kasların birleşmesi için daha gelişmiş yüzeyli geniş bir çene kemiği gibi birtakım kafatası özelliğiyle ayırt edilir. Theriodontlar gorgonopsianları, therocephalianları, cynodontları ve bunların tüm memeli altsoylarını kapsar. Cynodontların dışında kalan son theriodontların soyları da Triyas'ın başında tükenmiştir.

YELKEN SIRTLI PELYCOSAURLAR

Synapsid gruplarının en iyi bilinenlerinden biri olmasına karşın, geleneksel "Pelycosauria Takımı" bu kladogramda yer almamıştır. Çünkü parafiletik bir gruptur ve üyeleri artık Ophiacodontidae, Edaphosauridae ve Spenacodontidae gibi birkaç gruba dağılmıştır. Bu son üç grupta yer alan hayvanların sırtında birbirlerinden bağımsız olarak, "yelken" ya da "yüzgeç" şeklinde ilginç bir yapı –omurgadan farklı açılarda çıkan omurların desteklediği deriden bir perde– gelişmiştir. Bu yelken sırtlı türlerin en iyi bilineni etçil sphenacodontid *Dimetrodon* ve otçul *Edaphosaurus*'tur. Yelken benzeri bu yapının işlevi tartışmalara yol açmıştır. Ancak en çok kabul gören iki öneri, bunların çiftleşme gösterilerinde ya da ısı alışverişinde (soğukta hayvanın ısınması için güneş ışığını toplamak ve sıcakta hayvanın serinlemesine yardım etmek) kullanıldığı şeklindedir.

CYNODONTIA



Synapsid evrimi bir dizi aşamadan geçti. Kertenkele benzeri ilk türlerden başlayan bu aşamalar sırasında memeli benzeri özellikler giderek arttı ve Permiyen'de cynodontların gerçek memelilere çok yaklaşmasına dek sürdü. Hem otçulların hem de etçillerin dişleri, sindirimden önce yiyeceklerin daha etkin öğütülmesini sağlayacak şekilde giderek farklılaştı.

Bu gelişmelerin yanı sıra, altçene kemiği genişledi ve eklemlenmesi de daha güçlü çene kaslarına uyum sağlayacak şekilde dönüştü. Altçenedeki küçük kemikler yer değiştirdi ve daha gelişmiş bir işitme sisteminin parçası haline geldi. Başka bir gelişme de ilk olarak therocephalian synapsidlerde ortaya çıkan ikincil damağın oluşumunda görüldü. Ağızdaki bu "çatı", solunum ve sindirimin ayrılmasını, böylece ikisinin de aynı anda gerçekleşebilmesini sağladı.

Başka bir gelişmiş değişiklik de daha dik bir duruşun benimsenmesiyle duruş ve yürüyüşte gerçekleşti. Uzuvlar, pelvis ve göğüs kemerleriyle eklemlenişleri uygun şekilde değişerek, yanlardan dışa doğru olan ilkel duruştan bedenin alt kısmına doğru çekildi. Böylece ayaklar bedenin orta çizgisine daha yakın konumlandı; bu da daha verimli hareket etmeye –özellikle de koşmaya– olanak tanıdı. Böylesi değişiklikler, omurganın hareketini ve koşma ile soluk almanın koordinasyonunu etkiledi. Omurganın iki yana doğru olan hareketinin yerini yukarıya-aşağı hareket aldı. Bu da omurlarda ve bunların hem birbiriyle hem de kafatasıyla eklemlenmesinde değişikliklere yol açtı.

Bu arada kafatasının arkası, gelişen bir beynin ve görme, koklama, duyma organlarının sığabilmesi için genişledi. Gelişen duyular, tersi durumda savunmasız kalacak küçük ya da orta boylu birçok hayvana, kuşkusuz yararlı oldu.

Procynosuchus

Permiyen'in sonlarındaki ilk cynodontların kafatası ve altçenelerinde, yiyeceklerin sindirimi için ön işlenme sürecinde verimlilik artışı sağlayan bir dizi memeli özelliği görülür. Örneğin kafatasında, çene kaslarının eklemlenmesi için açık bir kemik sırtı vardı ve elmacıkkemiği bu kaslar için geniş bir kavis yapar. Altçene kemiği altçenenin büyük kısmını oluşturacak şekilde gelişir, yanak dişleri giderek daha özelleşir ve genizi ağızdan ayıran (aynı anda yemeye ve soluk almaya olanak tanıyan) ikincil damak neredeyse tamamlanır.

Thrinaxodon

Thrinaxodontlarda, kafatasının tabanındaki kemiklerin omurgadaki ilk omurla daha iyi eklemlenmesi için dönüşmesi gibi biraz daha çok gelişme olmuştur. Bunun tersine sürüngenlerin ve daha ilkel synapsidlerin yalnızca bir kondili vardır. Sırt kemikleri daha da özelleşerek göğüs boşluğuna ve –daha kısa ve birleşmiş kaburgalarla– bele ait yapılara dönüşmüştür. Kuyruk uzayıp daha inceleşirken arka uzuvlar ve bunların pelvis kemeriyle bağlantısı, uzuvların bedenin altına çekildiği daha dik bir duruş için değişikliğe uğramıştır.

Cynognathus

Bu elçil eucynodont grubu, 30 cm'lik kafatası, güçlü çene kasları ve altçenenin yüzde 90'ını oluşturan bir altçene kemiği olan iri avcı *Cynognathus* ile temsil edilir. Cynognathidlerin çeneleri, memeli çenesinin eklemlenmesine daha da büyük benzerlik gösterir. Bunlar, Alt ve Orta Triyas'ın köpek büyüklüğündeki karasal avcılarıydı; ancak gruplarının eucynodontlar içindeki konumu tartışmalıdır.

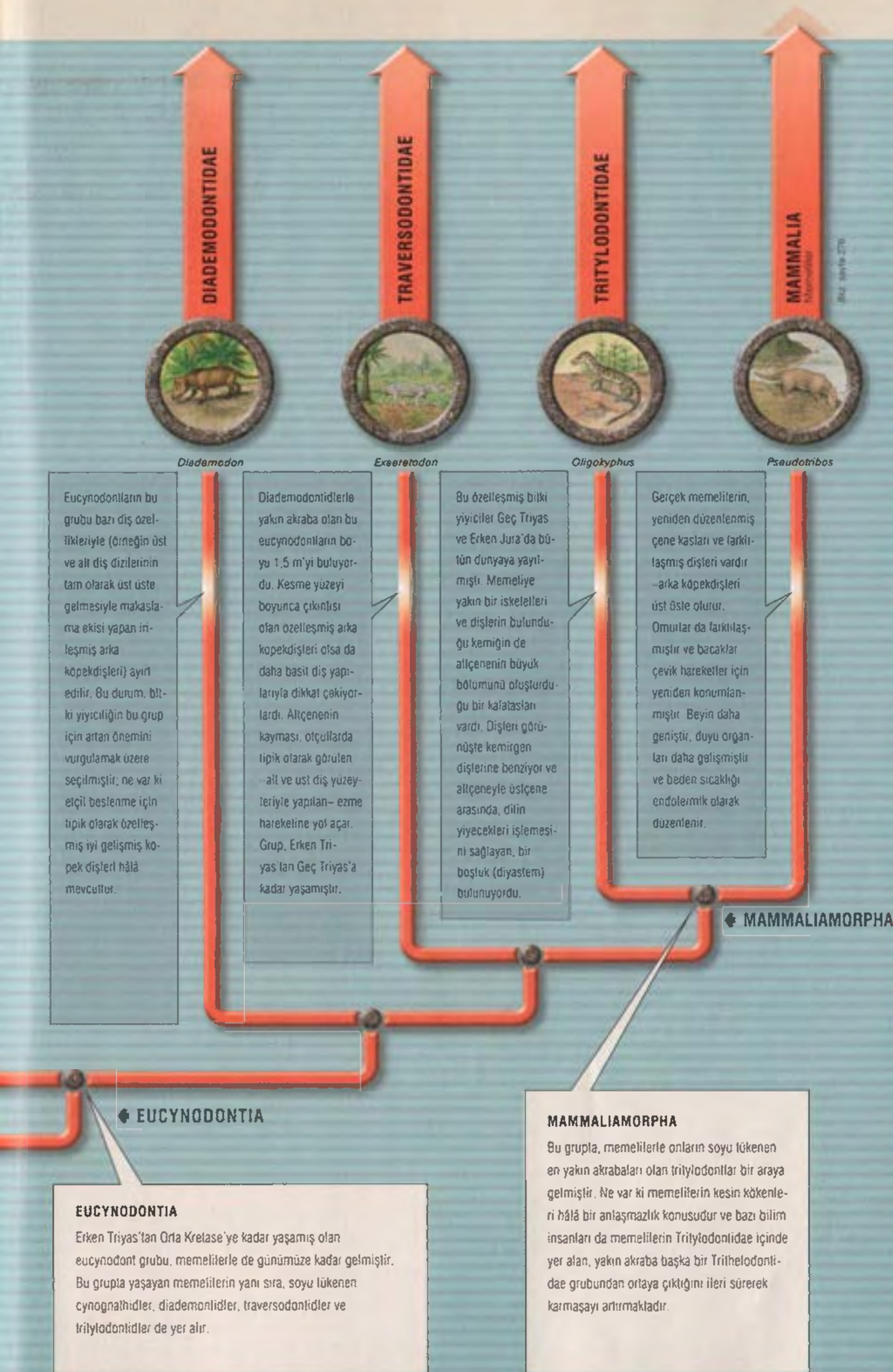
◆ CYNODONTIA

CYNODONTIA

Theriodontların çok çeşit içeren bu grubu, yaşayan memelileri ve onların soyu tükenmiş akrabalarını içerir. Üst Permiyen'den Orta Kretase'ye (memeliler dikkate alındığındaysa günümüze) dek yaşamışlardır.

Procynosuchus'un uzun kafatasında, özelleşmiş yanak dişlerinin yanı sıra, cynodontlar gerçek memelilere dönüşene dek sürecek birtakım başka gelişmeler görülür.





ENDOTERMİNİN EVRİMİ

"Sıcak kanlılık" denilen özellik, memelilerin temel bir özelliğidir. Daha doğru olarak endotermi adı verilen, bedenin iç sıcaklığını düzenleme ve onu dış ortamın daha sıcak ya da soğuk olmasından bağımsız olarak dengede tutma yeteneği, sürüngenler gibi "soğuk kanlı" hayvanlara göre memelilere bazı önemli evrimsel avantajlar sağlamıştır.

Endotermi, çevresel koşullar ne olursa olsun, memelilerin metabolizmasının yüksek kalmasını ve her zaman etkin olmalarını sağlar. Ancak bunun biyolojik bir bedeli de vardır; çünkü bu durum, gereken enerjiyi üretebilmek için sık aralıklarla daha çok yemelerini gerektirir. Günümüz memelileri, bedenlerini farklı farklı sıcaklıklarda tutar. Monotremlerin öteki memelilere göre, daha önce farklılaşmalarını yansıtan şekilde, beden sıcaklıkları genellikle daha düşük olur. Yine de tüm memeliler, çevrelerindekinden kayda değer ölçüde yüksek, neredeyse sabit bir beden sıcaklığını korur.

Soyu tükenmiş bir türün metabolizmasını doğrudan ölçmek olanaksız olsa da synapsidlerin, özellikle de cynodontların evrimlerinin endotermiye doğru ilerlediğini gösteren bol miktarda fosil kayıt vardır. Kilit bir özellik, gelişen diyaframın akciğerlerin şişip inmesini ve verimliliklerini artırmasını sağlayan, karındaki kaburgaların güdükleşmesi ve yitirilmesidir. Başka bir ipucu da giltikçe dikleşen duruşlarıdır; bu da kısa mesafeleri koşarken nefes almalarını sağlamış olmalıdır (bu, yere yapışık yürüyen bir hayvan için fizyolojik açıdan olanaksızdır).

Ne var ki cynodontların yüz yüze oldukları önemli sorunlardan biri, memelilere doğru gelişmelerine eşlik eden boyut olarak küçülmeleridir. Küçük hayvanların yüzey alanı/hacim oranları büyük hayvanlara göre daha büyüktür; bir başka deyişle daha hızlı ısı kaybına yol açar. Bu da küçük bir endotermik hayvanın daha büyük bir hayvanla karşılaştırıldığında, beden sıcaklığını basitçe koruyabilmek için boyutuna göre daha çok yemesini gerektirir. İlk sıcak kanlı memeliler için olası bir çözüm, sıcaklıklar çok düştüğünde, bir çeşit geçici kış uykusuna yatmak olmuş olabilir.

Ne şekilde gelişmiş olursa olsun, sonuçta endotermi, memelilerin gezegen üzerindeki sıcak ve soğuk ortamlarda yaşayabilmelerine olanak vermiş ve uçamayan dinozorların Mesozoyik sonunda yok oluşuyla ortaya çıkan evrimsel fırsatlardan yararlanabilmelerini sağlamıştır.

MAMMALIA

Çoğunlukla küçük, ilkel memelilerin birçok grubu Mesozoyik'te ortaya çıkmış ve yok olmuştur. Bu sırada da devrin egemen amniyotları dinozorlarla birlikte yaşamış, hatta onlarla rekabet etmiştir. Birçoğu ancak diş ve çene kemiklerine ait fosillerden biraz daha fazlasıyla temsil edilir; bu da evrimsel ilişkilerinin saptanmasını çok zorlaştırır.

Son 150 yıldır paleontologlar, Mesozoyik kayalarının içinde, açıkça memeli özellikleri gösteren küçük, yalıtılmış dişler, çene kemiği parçaları ve rasgele başka kemik kalıntıları buluyor. Tanımlanabilen böylesi bulguların en eskisi 1820'li yıllarda İngiltere Oxfordshire'daki Orta Jura'ya ait Stonesfield "Kayağantaşı Levhası"nda, William Buckland tarafından gerçekleştirildi. Bu nedenle, Darwin-Wallace evrim kuramının yayımlanmasından çok önce, küçük memelilerin dinozorlarla ve soyu tükenmiş öteki Mesozoyik amniyotlarıyla birlikte var olduğuna ilişkin fosil kanıtlar bulunuyordu.

O zamandan beri bu devirlerden kalma çok daha fazla memeli fosili ortaya çıkarıldı. Ne var ki son birkaç yıla kadar kafatasılarının ve tam iskeletlerin eksikliği gibi büyük bir sorun vardı. Sonuç olarak paleontologlar, soyu tükenmiş bu türlerle yaşayan memeliler –monotremeler, marsupiyaller, plasentalılar– arasındaki ilişkinin mantıklı bir açıklamasını bulmak için çabaladılar. Belki de en şaşırtıcısı, birçok fosil türünün yalnızca diş ve çene kemiklerindeki farklılıklarla ayırt edilebiliyor olmasıdır. Bunun nedeni büyük olasılıkla bu yapıların, Mesozoyik'te grubun hayatta kalmasında ve başarısında çok önemli olmasıdır. Bu sayede memeli topluluklarının hızla evrim geçirip çeşitlenerek yeryüzünde yayılması ve yalıtılmış hale gelip yeni türler oluşturmaları mümkün olmuştur.

Eomaia olasılıkla ağaçta yaşayan, küçük bir Kretase memelisiydi. Diş yapısının özellikleri nedeniyle plasentalı memelilerin atası olarak Theria içinde yer alır.



Çin'de yaşamış bu Erken Jura hayvanına ait bütün kafatası, onun memelilerin başlangıcına yakın bir yerde olduğunu ortaya koyan özellikler taşıyor –ama bunun dışında ilkel ve türemiş özelliklerin mozaiği gibidir. Dişlerinin, özellikle de arka köpekdişlerinin altçenenin ve üstçenenin tam kapanmasına yönelik çok az kanıt sunan görece basit, ilkel bir yapısı vardır. Dahası, yer değiştirme şekilleri memelilerden çok cynodontlara benzer. Kafatası 6 cm'ye kadar büyümüştür, ancak kafatasının dışındaki iskelet bölümlerine ilişkin bir bilgi yoktur.

Başlangıçta Güneybatı İngiltere'de bulunan yalıtılmış Geç Triyas dişleriyle tanımlanan bu grup Orta Jura'ya dek yaşamıştır. Çok çıkıntılı dişlerin ilk önce en eski gerçek memeli kalıntıları olduğu düşünülmüştü. O zamandan beri gerçekleştirilen ve kafatasından başka kalıntıları da içeren birçok yeni keşif, morganucodontların kır faresi benzeri, kafatası 2-3 cm uzunluğunda olan, küçük hayvanlar olduğunu ortaya koydu. Gelişmiş bir işitme sistemine ilişkin kanıtlar ve çenede sıra dışı bir ikili ek yeri vardır. Beden uzunluğu 10-15 cm kadardır.

Orta Jura'dan Geç Jura'ya kadar yaşamış bu grup azıdişleriyle ayırt edilir. Dıştacındaki karmaşık ezici yüzeyler günümüzün memelileriyle karşılaştırılabilir. *Haldanodon*'da da görülen yere yakın ilkel uzuvları, çukur kazmak ve yüzmek için geliştirilen ikincil bir uyarlanma olabilir. Özelliklerinin bileşimiyle ilgili kladistik analizler, morganucodontlara göre daha çok ama öteki tüm memelilere göre daha az gelişmiş olduklarını ortaya koyuyor.

HOLOTHERIA ➧

MAMMALIA ➧

MAMMALIA

Tipik memeli özellikleri arasında genişlemiş beyin ve duyu organları, dik yürüyüş, değişime uğramış dişler ve endotermik sıcaklık düzenlenmesi vardır.

MONOREMATA + AUSKITIBOSPHENIDA


Bishops

Monotremeler günümüzde yalnızca üç cinsle temsil edilir –Avustralasyalı ornitorenk ve iki ekidne cinsi. Monofiletik bir grup olduklarını gösteren arka ayak mahmuzu gibi birçok ortak özelliği paylaşırlar; ancak öteki memelilerle akrabalıkları hâlâ belirsizdir. Mesozoyik *Bishop* fosili gibi yakın zamanlı bulgular, monotremelerin Ausktribosphenida adlı bir fosil grubun parçası olduğu izlenimini veriyor.

EUTRICONODONTIA


Gobiconodon

Monofilileri hakkında bazı kuşkular olsa da Orta Jura'dan Geç Kretase'ye kadar yaşamış olan ve boyları 1 m'ye varan eutriconodontlar, benzersiz bir biçimde kenetlenen alt azıdişleriyle ayırt edilir. Kafatası dışındaki iskelet parçalarına ait yakın zamanlı fosil bulguları, porsuk büyüklüğündeki avcı *Repenomamus*'un da üyesi olduğu bu grubun çok geniş olduğunu ve Avrupa'dan Çin'e kadar büyük bir yayılım gösterdiğini ortaya koyuyor.

MULTITUBERCULATA


Ptilodus

Bu özelleşmiş ve bol bulunan, kemirgen benzeri, soyu tükenmiş grup (Orta Jura'dan Paleojen'e kadar yaşamışlardır ve boyları 30 m'yi bulur) kafatası, dişler ve bazı kemiklerin özellikleriyle açıkça tanımlanır. Dişleri benzersizdir; üst kesicidişler en çok üç tane olacak kadar azalmıştır, genişlemiş ikinci kesiciler de tek bir alt kesiciyle karşılıklı çalışır.

"SYMMETRODONTIA"


Zhangheotherium

Genellikle yalıtılmış olarak bulunmuş dişler ve eksik çenelerden bilinen (eğer *Kuenotherium* dahil edilirse Geç Trias'tan Erken Kretase'ye kadar, yoksa Geç Jura'dan Erken Kretase'ye kadar yaşamışlardır) bu soyu tükenmiş memelilerin, holotherianlarla bazı ortak özellikleri vardır ama olasılıkla monofiletik bir grup oluşturmazlar.

DRYOLESTDAE


Henkelotherium

Bu yaygın grup (Geç Jura'dan Paleojen'e kadar yaşamışlardır) altçene kemiği üzerindeki açılı "çıkıntı"nın varlığıyla ayırt edilir. Alt ve üst azılar, symmetrodontlarda olduğu gibi ama daha ayrıntılı bir şekilde, kenetlenen bir dizi üçgen oluşturur.

THERIA

Bkz. sayfa 278


Sinodelphys

Hayalta kalabilen monotremeler dışındaki yaşayan tüm memeliler theriandır –4.500 kadar tür. Yavrularını doğururlar; ama bunun dışında, iki grupları –marsupiyaller ve plasentalılar– tümüyle ayrıdır.

◆ EUPANTOTHERIA

THERIIMORPHA ◆

HOLOTHERIA

Mesozoyik memelilerinin bu geniş grubu yanak dişleriyle ayırt edilir. Alt ve üst dişlerin uyguladığı kesme işlemi nedeniyle tepeleri açıkça üçgenleşmiştir.

THERIIMORPHA

Theriimorpha günümüzdeki tüm memelilerin de bir arada bulunduğu bir gruptur. Bu grup hem monotremeleri hem de marsupiyal ve plasentalı memelilerin soyu tükenmiş yakın akrabalarını da içerir ancak bazı ilk türleri dışarıda bırakır.

EUPANTOTHERIA

Soyu tükenmiş bu Mesozoyik memeliler grubu –ki içindeki üç gruptan biri dryolestidlerdir– tribosphenic (üç çıkıntılı) azıdişi olan daha gelişmiş therian memeliler ile symmetrodontların arasında yer alır.

YENİ MEMELİ DEVRİMİ

Son yıllarda, Moğolistan ve Çin'deki –Daohuguo gibi yerlerdeki (132. sayfa)– karasal çökellerde yapılan ve her seferinde daha eksiksiz iskeletlerin keşfiyle sonuçlanan araştırmalarla, soyu tükenmiş Mesozoyik memelilerin doğasına ve çeşitliliğine ilişkin birçok görüş altüst oldu. Yeni bulgular, bu hayvanların dönemin egemen amniyotlarıyla yan yana nasıl yaşadığı hakkında daha iyi fikir veriyor. Bu bulgular aynı zamanda yaygın görüşün savunduğu gibi bu hayvanların yalnızca küçük, kır faresi büyüklüğündeki yaratıklar olmadığını, bazılarının porsuk büyüklüğünde avcılar olduğunu, bazılarının kunduz benzeri yaşam biçimleriyle yarı sucul olarak geliştiklerini, diğerlerinin de ağaçlarda yaşayıp günümüzün uçan sincaplarınınkine benzeyen süzülme tekniklerini geliştirdiğini ortaya koyuyor.

THERIA

Therian memeliler, bir kabuğun koruyuculuğu olmaksızın yavrularını canlı olarak doğuran memelilerdir ve hem keselileri hem de eutherian "gerçek" plasentalı memelilerin tümünü kapsarlar. Keseliler ve bunların fosil akrabaları, theria içinde metatheria olarak bilinen bir grupta yer alır. Eutherianlar gibi bunlar da yavrularını doğurarak dünyaya getirir; ancak üreme biyolojileri başka birçok açıdan farklıdır.

Yaşayan marsupiyaller, çoğu Avustralya'da, yaklaşık 70'i Güney Amerika'da, geri kalan birkaçı da Orta ve Kuzey Amerika'da bulunan 270 kadar türden oluşur. Dağılımlarındaki bu temel bölünme, Ameridelphia ve Australiadelphia'nın tanımlanmasına temel oluşturur; ancak bu grupların anatomik farkları da vardır. Önemli ölçüde Güney Yarımküre'ye dağılmış olmaları, Gondvana süper kıtasından kalan bir miras gibi görünmektedir. Fakat fosil kayıtları dikkate alındığında, marsupiyallerin bir zamanlar çok daha yaygın olduğu, Avrupa ve Asya'ya da uzandıkları görülür.

Marsupiyaller üreme şekliyle plasentalı memelilerden kolayca ayırt edilebilir. Kısa süren bir rahim gelişiminden sonra doğum erken gerçekleşir. Hâlâ tam gelişmemiş olan yavru, genellikle bir kesenin içinde, meme ucuna sıkıca tutunduğu uzun bir dönem boyunca annesinin sütüyle beslenir.

Kesenin yumuşak dokusu genellikle korunamadığı için fosil keselilerin tanımlanması iskelet anatomisine bağlı öteki özelliklere, özellikle de dişlere dayanır. İlk kayıtlar son derece parçalıdır; ancak Erken Kretase'ye uzanır ve Çin'deki 125 milyon yıllık tabakalardan çıkan dikkat çekici, küçük, 15 cm'lik *Sinodelphys* fosiline dek ulaşır.

Kedi büyüklüğündeki Virginia opossumu (*Didelphis virginiae*), marsupiyal grubunun Amerika dalını oluşturan Ameridelphia içindeki en iri türdür. Bu tür aynı zamanda, Kuzey Amerika'da Rio Grande'nin kuzeyinde bulunan tek marsupiyaldir.



AFROTHERIA

Bkz. sayfa 280



Phiomia

DNA analizleri temel alınarak yaşayan 75 afrotherian türü bir grupta toplanmıştır. Bunlar Afrika'da Paleosen'de ortaya çıkan ve sonra Asya'ya yayılan eski bir grubun temsilcileridir. Eutherianların bu önemli grubu yerdomuzundan file kadar çeşitli hayvanları içerir; ancak yaşayan türler geçmişteki çeşitliliğin yalnızca küçük bir bölümünü oluşturur. Soyu tükenen türlerin arasında *Arsinotherium* (*bkz.* 202. sayfa) gibi emrithopodların yanı sıra, desmostylianlar olarak adlandırılan bir deniz memelileri grubu da vardır.

PILOSA



Eurotamandua

10 kadar yaşayan türü içeren bu grupta, tembelhayvanlar (Folivora) ve karıncayiyenlerin (Vermilingua) yanı sıra, bunların kayıtları Paleosen'e dek uzanan fosil akrabaları da vardır. Olağanüstü irilikteki tembelhayvanlar Oligosen'de ağaçta yaşayan, küçük türlerden evrimleşmişti. Bunlardan bazıları yerde yaşamaya uyarlanmış ve boyları 6 m'yi bulmuştu. Pleyistosen'de soyları tükendi. Karıncayiyenlerin fosil kaydı çok daha azdır, ancak Eosen'e dek gider.

CINGULATA



armadillo

Amerika kıtalarında yaşayan 20 kadar türüyle bu ilginç plasentalı memelilerin zırhlı, kösele gibi bir kabukları olur. Boyları 1.5 m'yi geçmez ve usta oyuk kazıcılardır. Güçlü kollarını ve pençelerini oyuklarını kazmak ve yiyecek böcek aramak için kullanırlar. Paleosen'e dek uzanan fosil kayıtları vardır. Soyu tükenmiş akrabaları glyptodontlar, Geç Miyosen'den Pleyistosen'e dek Amerikalarda gelişip çoğalmıştır.

EUARCHONTOGLIERS

Bkz. sayfa 282



Eutamius

Bu grupta yer alan 2.300 kadar yaşayan tür arasında, ağaç faresi ve uçan lemurdan –içlerinde bizim de bulunduğumuz primat ve kemirgenlere kadar değişkenlik gösteren çok değişik türler vardır. Grubun fosil kaydı Paleosen'e dek uzanır ve üyeleri temel olarak moleküler analizlerle tanımlanır. Plasentanın bazı özellikleri bu gruba özgüdür; ancak bunlar fosilleşmediğinden soyu tükenmiş euarchontoglirler genellikle iskelet ve diş özellikleriyle ayırt edilirler.

LAURASIATHERIA

Bkz. sayfa 286



Gazella

Bu geniş grup, kirpi ve yarasalardan suaygırı ve balinalara kadar değişen 1.800 dolayında yaşayan türü içerir. Kretase'nin başlagıcından bu yana çok farklılaşmışlardır. Bu grubun bazı üyeleri sucul yaşama uyum sağlarken bazıları da uçmada uzmanlaşmıştır. Böylesi bir çeşitlilikle bu grubun tek bir ortak atayı paylaştığına inanmak güçtür ve gerçekte tanımlamaları temel olarak genetik analizlere dayanır.

BOREOEUTHERIA

4.100'den çok yaşayan türü içeren ve fosil kaydı Kretase'ye dek uzanan bu grup, genetik çalışmalarla desteklenmiştir. Xenarthra, Afrotheria ve Boreoeutheria monofiletik gruplar olarak kabul görse de aralarındaki akrabalık ilişkisi hâlâ bulanıktır. Bazı çalışmalara göre Afrotheria ayrımının (burada gösterildiği gibi) en önce gerçekleştiği ileri sürülürken başka çalışmalara göre de Xenarthra ve Afrotheria'nın ortak bir kladda birleşliği düşünülür. Yine de bütün önemli memeli grupları görece kısa bir süre içinde birbirlerinden ayrılmış gibi görünüyor.

XENARTHRA ➧

BOREOEUTHERIA ➧

EUTHERIA ➧

PARALEL EVRİM Mİ?

Marsupiyal üreme biçimi birçok tartışmaya konu olmuştur. Daha uzun gebelik süreli eutherian plasentalılara geçişteki ilkel bir özellik gibi görünse de bazıları bunun "canlı doğurma"nın bağımsız bir evrimi olabileceğini ileri sürer.

XENARTHRA

Xenarthranların 30 kadar yaşayan türü, armadilloların (Cingulata) yanı sıra, karıncayiyenleri (Vermilingua) ve tembel hayvanları (Folivora) içerir. Ayrıca uzunluğu 4 m'yi bulan iri türlerin Paleosen'den kalma çarpıcı bir fosil kaydı vardır. Grubun adı "ikincil birleşme yeri" anlamına gelir ve beden ile kuyruk arasındaki eklemlenmeye gönderme yapar. Benzersiz bir pelvisleri ve oldukça güdükleşmiş dişleri vardır.

EUTHERIA DÜĞÜMÜ

Plasentalı memeliler üreme yöntemlerinin yanı sıra, ayak ve ayak bileklerinin iskelet yapıları ile diş ve çenelerinin özelliklerine göre ayırt edilir. Bilinen en eski türü, Kretase'den *Eomaia*'dır.

AFROTHERIA

İki büyük plasentalı memeli grubundan biri, Afrotheria'dır (öteki de Boreoeutheria'dır) ve her iki grup da temel olarak genetik kanıtlara dayanır. Afrotheria'nın ilk fosil kayıtları, Boreoeutheria ile karşılaştırıldığında parçalı ve azdır. Ancak büyük olasılıkla Geç Kretase'de, 100 milyon yıl kadar önce ortaya çıkmıştır.

Filler, denizayıları, yaban fareleri, yerdomuzları, filfareleri, tenrekler ve altın köstebeklerden oluşan bu grup, ne ortak bir ataları olduğuna ne de kendi aralarında ilişkili olduklarına yönelik hiçbir belirti göstermedikleri için, ilk bakışta plasentalı memeliler arasından rasgele yapılan bir gruplama gibi görünebilir. Ancak 75 kadar yaşayan türü içeren bu grup, afrotherianlar olarak bilinir ve bu gruplama moleküler ve dağılımsal verilerle desteklenmiştir. Bu, geleneksel Linneci sınıflandırmaya karşı gelmiş ve Insectivora'nın eski sıra-düzey gruplaması üzerinde son derece ciddi etkisi olmuştur. Öyle ki bu grubun üyeleri şimdi ayrılmış ve başka gruplara dağıtılmıştır.

Adlarına ve günümüzdeki dağılımlarına karşın, Afrotheria'nın temsilcileri tarihleri boyunca Afrika'nın oldukça dışına birçok kez çıkmışlardı. Özellikle de proboscideanlar (filler ve akrabaları), en son buzul çağındaki megafauna soy tükenişine dek Avrasya ve Kuzey Amerika'da son derece yaygınlardı. Fayyum'daki *Arsinotherium* (202. sayfa) gibi soyu tükenmiş Afrotherian embritophodlar da Avrupa'daki fosil kayıtlarında mevcuttur. Ne var ki birçok afrotherian grubunun ilk fosil kayıtları genellikle çok azdır; çünkü Afrika'nın fosil barındıran Paleojen'in ilk dönem tabakaları yalnızca Kuzey Afrika'daki birkaç bölgeyle sınırlıdır. Yine de öyle görünüyor ki Miyosen'e dek –Laurasiatherian grupları bir etki yaratmaya başlayana kadar– Afrika'daki en büyük memeli faunası afrotherianlardı.



Orycteropus

Sahraaltı yerdomuzu, bu grubun hayatta kalan tek türüdür –uzun burunlu bu gececil hayvan, termitle beslenir ve boyu 70 cm kadar olabilir. Az miktardaki fosil kaydı Avrupa'da Oligosen'e dek uzanır. Yerdomuzunun bedeni, termitle beslenen karıncayiyenlerle (pholidotan) bazı özelliklerde ortaklık gösterir. Grup sürekli büyüyen, minesiz, çivi benzeri dişlerinin özelliklerine göre tanımlanır. Öte yandan kaslı ön bacaklarının ucundaki dört parmakta sert tırnaklar vardır.

tenrec

Yaşayan 45 tür tenrek ve altın köstebeğin dağılımı, Sahraaltı Afrika, Madagaskar ve Hint Okyanusu'ndaki kıyıdan uzak adalarla sınırlıdır. Boyu en çok 30 cm olabilen bu küçük ve genellikle oyuklarda yaşayan hayvan, geleneksel olarak kirpi ve kır faresi gibi böcekçillerle birlikte gruplanıyordu. Ancak moleküler çalışmalar bunların aslında kendi başlarına ayrı bir grup olduğunu ortaya koydu. Bunların fosil kayıtları çok az ve parçalıdır ve ancak Miyosen'e dek uzanır.

Rhynchocynon

Böcekçil "filfareleri" (macroscelids) bütün Afrika'da yaygındır. Boyları 30 cm'yi bulur ve 15 kadar türü vardır. Beden yapıları nedeniyle önceleri kır fareleriyle akraba oldukları düşünülmüştü; ama dişleriyle farklılaşırlar. Paleosen'den kalma fosiller, paenungulate atalarıyla bazı benzerlikler taşır; ancak bu benzeştirici evrim nedeniyle olabilir. Genetik kanıtlar bunları kesin olarak Afrosoricida'ya daha yakın konumlandırır.

◆ AFROINSECTIPHILIA

AFROTHERIA ◆

AFROINSECTIPHILIA

Genetik kanıtlara dayanılarak önerilen bu gruplamada, daha önceleri –artık terk edilmiş– Insectivora'nın parçası olduğu düşünülen afrotherian grupları Tubilidentata ile birleştirilir. Ne var ki bunu destekleyen anatomik kanıtlar azdır.

Balı kaya filfaresi (*Elephantulus myurus*) Macroscelidea grubunun Afrika'nın güneyinde bulunabilen yaygın bir üyesidir.





Yaşayan altı yaban faresi türünün tümü karasaldır ve birkaç Afrika ortamında yaygındır. Birçoğu bitkiyle beslense de ender olarak böcek de yerler. Hepsi 70 cm'den kısadır ve görünüşleri kobaya benzer –ama gerçekte ilişkileri yoktur ve hâlâ bazı ilkel plesantalı özellikleri taşırlar. Eosen'in başlarına dek uzanan fosil kayıtları vardır. Yürüyüşleri düztaban olsa da ayak tabanlarındaki yastıklar ve ayak uçlarındaki toynak benzeri tırnaklar, atalarının tıpkı toynaklı hayvanlar gibi ayak uçlarında yürüdüğünü gösterir.

Soyu tükenmiş bu iri, karasal, olçul Paleojen grubunun gergedan benzeri bir görünüşü vardı. Boyu 3 m'yi bulan *Arsinotherium* gibi bazı türlerin burnunda boynuzları olsa da yapısal olarak farklıydılar. Eosen'deki geniş paenungulate yayılışının önemli bir bölümünü oluşturuyorlardı. Bunların proboscideanlara sirenianlardan daha yakın oldukları düşünülmüştü. Oligosen'de soyları tükendiği için üzerinde çalışılacak genetik malzemeleri yoktur.

Fosil kayıtları Eosen'e dek uzanan başarılı ve yaygın karasal otçullardan geriye yalnızca iki yaşayan fil türü kalmıştır. Filler yaşayan en iri kara hayvanlarıdır; alt köpekdişlerini yitirmeleri ve üçüncü üst kesicidişlerinin fil dişine dönüşümüyle ayırt edilirler. Bu tarz uyarlanmaların kökeni, soyu tükenmiş Eosen türlerinde görülebilir.

Yaşayan beş sirenian türü, ellerinin beş parmaklı yüzgeçlere dönüşmesiyle görünuşleri foka benzeyen hayvanlardır. Balinalarda olduğu gibi pelvise ait bazı izler kalmış olsa da ayaklar yitirilmiştir. Kuyruk, balinalarınkine benzemez ve bir deri katmanından oluşur. Sirenianların 40 milyon yıldan çok daha önce tethytherian bir ata sayesinde sucul oldukları düşünülür. Boyları 4 m'yi bulabilir ve bütün dünyadaki tropikal kıyı sularına dağılmışlardır.

DNA BAĞLANTILARI (DNA LINKS)

Afrotheria'nın keşfi, "moleküler filogeniler"in –canlılar arasındaki akrabalık ilişkilerin, karşılaştırmalı anatomi yerine DNA analizlerinden sağlanan genetik kanıtlara dayandırılmasıyla elde edilen haritalar– artan kullanımı sayesinde son yıllarda gerçekleştirilen birçok gelişmeden yalnızca biridir.

Genetik çalışmalarda birçok teknik kullanılır; örneğin mitokondriyal DNA (mtDNA) bunlara iyi bir örnektir. Tüm ökaryot hücrelerin enerji üreten mitokondrilerinde bulunan mtDNA benzersizdir; çünkü yalnızca canlının annesinden aktarılır. DNA'ların çoğunda olduğu gibi her kuşakta iki ebeveynden gelen genlerin rasgele kombinasyonu şeklinde yeniden oluşturulmaz.

Ancak buna rağmen, mtDNA da değişimden kaçamaz. Her kuşakta rasgele "genetik sürüklenme"ye maruz kalır. mtDNA'nın geçirdiği rasgele mutasyonlar binlerce yıl boyunca birikir ve onun anne tarafından atasından çok farklılaşmasına yol açar. Kısa süre önce geliştirilen bir yöntem –DNA'nın büyük ölçekte kopyalanıp "sıralanması"– sayesinde, artık farklı canlıların mtDNA'ları analiz edilebiliyor ve farklılaştıkları ortak atalarından bu yana kaç kuşak geçtiği tahmin edilebiliyor. Bu da fillarelerinin öteki farelerden çok, fillere daha yakın olduğu gerçeğinin ortaya çıkması gibi şaşırtıcı keşiflere yol açıyor.

Ne yazık ki fosilleşmiş hayvanların çoğundan DNA çıkarmak mümkün değildir; bu da genetik devrimi, evrimsel ilişkilerin haritalanmasında fosilleri kullanılmaz kılmış gibi gösterebilir. Ancak fosillerin hâlâ oynayacak bir rolleri vardır: Bu "moleküler saati" kalibre etmek için gereken kanıtları sağlarlar ve DNA'nın tek başına asla yapamayacağı bir şeyi yaparlar - çevrelerine uyum sağlamaya çalışırken gelişen ilginç türleri ortaya çıkarırlar.

AFROTHERIA DÜĞÜMÜ OLAYI

Genetik kanıtlara dayanılarak, Afrotheria'nın geri kalan plasentalı memelilerden yaklaşık 105 milyon yıl önce ayrıldığı düşünülür.

PAENUNGULATA

Hyracoidlerin, proboscideanların ve sirenianların yer aldığı bu grubun üyelerinin bazı ortak genetik özellikleri ve kafatası yapıları vardır. Grubun adı "neredeyse toynaklı" anlamına gelir ve bazı özelliklerinin laurasiatherian toynaklı memelilere görünüşte benzer olmasına gönderme yapar.

TETHYTHERIA

Proboscideanları, sirenianları ve bunların soyu tükenmiş akrabalarını bir araya getiren bu grup Paleosen'de ortaya çıkmıştır; üyelerinin ortak yanı, göz çukurlarının kafatasındaki konumudur. Tethytheria adı, antik Tethys Okyanusu kıyılarında yaşadığı tahmin edilen kökenlerinden gelir.

EUARCHONTOGLIRES

1990'lı yılların sonundaki yeni genetik sınıflandırmaların ortaya çıkardığı büyük sürprizlerden biri, primatların Euarchontoglires grubu içinde yer alan tavşanlar ve kemirgenlerle yakından ilişkili olduğuydu. Bu çetrefil ad, uzun zamandır kabul edilen iki grubun –Glires (kemirgenler ve tavşanlar) ve Euarchonta (primatlar, scandentianlar ve dermopteranlar)– karışımıdır.

Tavşanların, farelerin ve bizim gibi primatların, tek bir büyük evrimsel grup içinde toplanması olanaksız görünebilir. Yaşayan ve soyu tükenmiş türlerle ilgili geleneksel anatomik çalışmaların sonucunda, beden yapısı ve uyum özellikleri bakımından birbirinden bu kadar farklı hayvanlar arasında daha önce kesinlikle böyle bir gruplama yapılmamıştı. Ancak şimdi, bunu destekleyen çok kapsamlı moleküler veriler var. Daha yakından bir incelemeyle, grubun tüm üyelerinin paylaştığı, plasentanın yapısı gibi ayırt edici anatomik özellikler olduğu da görülür.

En azından fosil kayıtları uzun zamandır primatlar, ağaç fareleri (scandentianlar) ve kolugolar (dermopteranlar) arasındaki –geleneksel olarak Archonta adıyla bir araya gelen ve Paleosen'e dek uzanan– bir birlikteliği destekliyordu. Lagomorflarla (tavşanlar, yabani tavşanlar ve bunların akrabaları) kemirgenler arasındaki Glires olarak bilinen grubu oluşturmalarını sağlayan bağlantı, fosil çalışmaları ve anatomik çalışmalar sayesinde de açıkça görülür. Bu grup içinde kemirgenler, Paleosen'den bu yana çeşitlenerek 2.000 tür oluşturmalarıyla en başarılı gruptur. Bunun tersine yalnızca 200 kadar yaşayan primat türü vardır –gerçi Neojen başlarında daha büyük bir çeşitlilikleri vardı.



Avrupa tavşanı (*Oryctolagus cuniculus*) lagomorf grubunun en başarılı türlerinden biridir. Yerlisi olduğu İber Yarımadası'nın ötesinde taşınmış bir tür olarak sergilediği geniş başarıya karşın, asıl habitatında düşüştedir.



colugo

Kolugoların ya da "uçan lemurlar"ın, Güneydoğu Asya'daki tropikal ormanlara yayılmış yalnızca iki yaşayan türü kalmıştır. Boyu 40 cm'ye kadar uzayabilen ve ağaçlarda yaşayan bu hayvanlar gerçek uçucular değildir, ancak süzülmeye iyi uyum sağlamışlardır ve bacakları arasındaki deriden kanatlarını kulanırlar. Gerçekte lemur da değildirler –aslında fosil kayıtları Paleosen'e dek uzanan bağımsız bir euarchontan grubudurlar. Yaprak, tomurcuk ve çiçek gibi bitkisel yiyecekleri koparmak için kullandıkları tarak şeklindeki belirgin kesicidişleriyle ayırt edilirler.

ağaç faresi

Ağaç farelerinin 20 yaşayan türü, küçük, ormanda yaşayan, ince uzun bedenleri ve uzun kuyruklarıyla görünüşleri sıncaba benzeyen euarchontanlardır. Günümüzde Güneydoğu Asya'da yaygın olarak bulunurlar. Bunların fosil kaydı çok azdır, ancak Eosen'e dek uzanır. Geleneksel olarak böcekçiller olarak sınıflandırılırlardı ve olası primat atalardan sayılırlardı. Ne var ki moleküler veriler onları primatlar ve dermopteranlarla aynı kladistik düzeye yerleştirir.

Cantius

İnsanlar bir yana, yaşayan 200 kadar primat türünün Avustralasya dışındaki tropikal bölgelere küresel bir dağılımı vardır ve fosil kayıtları Paleosen'e dek gider. Bu grup insansıları, maymunları, tarsierleri, galagoları, lorisleri, lemurları ve aye-ayeleri içine alan, karasal ya da ağaçta yaşayan, geniş beyinli, gelişmiş görme duyusu ve genellikle karmaşık sosyal ilişkileri olan hayvanlardan oluşur. Boyları birkaç santimetreden 2 m'ye kadar, ağırlıkları da birkaç gramdan 225 kg'a kadar değişir.

◆ EUARCHONTA

EUARCHONTOGLIRES ◆

EUARCHONTA

Yaşayan 200 kadar uçan lemur, ağaç faresi ve primat türünden oluşan bu grup moleküler veriler ve Paleosen'e dek uzanan fosil kayıtları sayesinde bir grup oluşturur. Grubun adı "gerçek atalar" anlamına gelir.

LEPORIDAE
tavşanlar, yabani tavşanlar



leporid

Tavşanlar ve yabani tavşanlar küçük kara memelileridir. Boyları 70 cm'yi bulur. Genellikle geceleri ortaya çıkarlar ve kısa mesafede hızlı koşmaya iyi uyarlanmışlardır. İnce uzun arka bacakları (fosil türlerde açıkça daha az abartılıdır), her ayağının ucunda tırnakları ve yere karşı daha çok çekiş gücü sağlayabilmek için tüylü ayak tabanları vardır. Yaşayan 50 kadar türü bulunur ve fosil kayıtları, Avrasya ve Kuzey Amerika'da ilk kez yayıldıkları Geç Eosen'e dek uzanır.

OCHOTONIDAE
ıslıklı tavşanlar



Ochonta

Islıklı tavşanların yaşayan 30 kadar türü küçük, görünüşleri hamster benzeri, kısa kuyruklu, kısa bacaklı ve yuvarlak kulaklı hayvanlardır. Boyları 20 cm'ye kadar uzar. Soğuğa uyum sağlamış, Kuzey Amerika ve Avrasya'ya baştan başa yayılmış karasal otçullardır. Otlarla ve başka kısa boylu bitkilerle beslenirler. Genellikle geceleri ortaya çıkan tavşan ve yabani tavşanların tersine gündüzleri ya da gündoğumu ve günbatımında ortaya çıkarlar. Fosil kayıtları Oligosen'e dek uzanır.

SCIUROMORPHA
sincaplar, fındık fareleri



Marmot

Sincapların, çizgili sincapların, dağ sıçanlarının ve uçan sincapların Amerika'lara, Avrasya'ya ve Afrika'ya iyice yayılmış 300'den çok yaşayan türü vardır. Fosil kayıtları Eosen'e dek uzanır ve grup, kafatasındaki çiğneme kasının yönlenişine bakılarak birçok kez dağ kunduzları ve fındıkfareleri gibi başka grupları da içerecek şekilde tanımlanmıştır. Ne var ki yakın zamanlı moleküler çalışmalar yalnızca sincapların ve fındık farelerinin bir araya gelişini desteklemektedir.

CASTORIMORPHA
kunduzlar



Kunduz

Bu kemirgen grubu, yarı sucul kunduzları, kanguru sıçanlarını, Amerikan yersincaplarını ve Erken Eosen'de ortaya çıkan bir dizi soyu tükenmiş türü içerir. Bir zamanlar Avrasya boyunca yaygın olması nedeniyle önemli bir istisna olan kunduz dışında genellikle Amerika'ya yayılmışlardır. Soyu tükenmiş Kuzey Amerika dev kunduzu 2,5 m boya ulaşmıştı ve son buzul çağının sonlarında, bundan 10.000 yıl kadar önce, soyu tükenmişti.

MYOMORPHA
sıçanlar, fareler



Papagomys

Fareler, sıçanlar, gerbiller, hamsterlar, tarlafareleri ve yaban sıçanlarından oluşan 1.140 kadar yaşayan myomorph türü, en başarılı kemirgen grubunu oluşturur. Onları (genellikle kazara) birçok yeni yere taşıyan insanlarla yakın ilişkileri sayesinde küresel bir dağılımları vardır. Genellikle geceleri yaşayan tohum yiyicilerdir ve bazıları çok değişik habitat ve yiyeceklere uyum sağlamıştır. Çene kemiklerinin, çene kaslarının ve dişlerinin özellikleriyle ortaklaşırlar.

HYSTRICHOMORPHA
kirpiler, kapibaralar



cavy

Yaşayan 200 türden oluşan bu grupta kirpiler, çinçillalar, kobaylar ve boyları 1,2 m'yi bulabilen kapibaralar yer alır. Bu gruplama moleküler veriler ve anatomik özelliklerle desteklenmiştir. Fosil kayıtları, Güney Amerika'da Erken Oligosen'de ortaya çıktıklarını ve Büyük Amerika Yer Değişimi olarak bilinen olayla 3 milyon yıl önce iki kıta arasındaki kara köprüsü oluştuğunda kuzeye doğru yayıldıklarını düşündürür.

LAGOMORPHA ◆

RODENTIA ◆

GLIRES ◆

EUARCHONTOGLIRES

Therianların bu büyük grubu, çoğu kemirgen ve lagomorf olan ve moleküler çalışmalarla bir araya getirilen 2300'den çok yaşayan türü içerir.

GLIRES

Geniş ölçüde yayılmış bu grup, özelleşmiş kesicidişler gibi özelliklerin ortak olduğu 2.100 kadar lagomorf ve kemirgen türünü kapsar.

LAGOMORPHA

Lagomorfların yaşayan 80 türünün hemen hemen küresel bir dağılımı olan yabani tavşanları, tavşanları ve ıslıklı tavşanları içerir ve fosil kayıtları Paleosen'e dek gider.

RODENTIA

Paleosen'de ortaya çıkan ve 2.000'den çok yaşayan türü olan kemirgenlerin neredeyse küresel bir dağılımı vardır. Başarıları ve hızlı evrim geçirmeleri, küresel iklim dalgalanmaları ve biyozonal tarihleme üzerine yapılan çalışmalar için daha kullanışlı olan parçalı fosiller sağlamıştır.

PRİMATLAR

En yakın akrabalarımız olan bu hayvanlar ortaya çıktıkları erken Kenozoyik'teki görece küçüklerdi ve ağaçlarda yaşıyorlardı. Zamanla farklılaştılar ve Miyosen'de geniş bir dağılıma ulaştılar. En büyük evrimsel değişimi de son 10 milyon yılda, bir grup –Hominin– tüm dünyaya yayıldığında geçirdiler.

Primatlar Linnaeus tarafından 1758'de tanımlanmıştı. Linnaeus ilk önce grubu "Anthropomorpha" olarak adlandırdı ve bizim türümüzü, *Homo sapiens*'i de buna dahil etti. Ne var ki insanları şempanzelerle birlikte gruplamaya cüret etmekten dolayı eleştirildi. Kendini savunurken iki grup arasında kayda değer anatomik farkları göstermelerini isteyerek eleştirenlere meydan okudu.

Darwin'in zamanında bile insanın öteki primatlarla bağlantısı meselesi o kadar sorunluydu ki Darwin, *Türlerin Kökeni*'nde bu konuya değinmekten kaçındı. İlk primat fosillerinden bazıları 1800'lü yılların başında ortaya çıktı; ancak primatların geçmişi ve çağdaş insanla bağlantısı yüzyılın sonuna kadar genel kabul görmedi.

1920'li yıllardan ve australopithecine fosillerine ait ilk bulgulardan bu yana, birçoğu Afrika'da olmak üzere 20 kadar soyu tükenmiş Hominin keşfedildi. Grubun evriminin Afrika'nın ötesinde daha geniş bir dağılım gösteren erken aşamaları hakkında ilginç sorular hâlâ yanıt beklemektedir.



Loris tardigradus — Günümüzde loris ve galagoların (çalı bebekleri) yaşayan 10 türü Sahraaltı Afrika'dan Hindistan'a ve Güney Amerika'ya kadar dağılmıştır. Kuzey Afrika'da Eosen'e dek uzanan az sayıda fosil kayıtları vardı. Boyları ancak 40 cm'ye kadar ulaşan, ağaçla yaşayan bu gececil orman hayvanları hepçildir; ve içkulaklarının yapısıyla ayırt edilirler. Madagaskar'da yaşayan gececil, garip hayvan aye-aye, hem lemurların hem de lorisiformların ortak atası olan bir grubun yaşayan tek temsilcisi olabilir.

Lemur catta — Ağaçlarda yaşayan 20 kadar lemur türü günümüzde yalnızca Madagaskar'da yaşıyor olsa da bunların soyu tükenmiş akrabalarının fosil kayıtları Eosen'e dek uzanır, Avrupa boyunca ve Kuzey Amerika içlerine kadar geniş bir dağılım gösterirler. Lemurlar, hem en küçük primatlardan bazılarını hem de boyu 1 m'yi aşan başka türleri içerir; ancak daha iri olanlar görece yakın dönemlere kadar gelebilmiştir. Otçulları, etçilleri ve özelleşmiş bazı böcekçilleri içerirler. İçkulak yapılarıyla ayırt edilirler.

Tarsius — Ağaçlarda yaşayan tarsiyerlerin habitatları günümüzde Güneydoğu Asya'yla sınırlanmıştır. Ancak Paleosen'e dek uzanan fosil kayıtları Asya, Avrupa, Amerikalar ve Kuzey Afrika boyunca dağılmıştır. Ormanlarda yaşayan, yaklaşık 10 cm boyundaki bu primatlar yuvarlak kafaları, öne dönük iri gözleri, göz çukurlarının ve yine içkulaklarının yapısıyla ayırt edilirler. Uzun arka bacakları sıçramak için uyarlanmıştır. Öne dönük gözleri de onlara uzaklığı algılamaya yarayan stereoskopik bir görüş sağlar.

Ateles paniscus — Ortak adları olan "Yenidünya maymunları"ndan da anlaşılacağı üzere günümüzde bu grupta yer alan 50 dolayında türün yaşam alanı, bugün olduğu gibi –Oligosen'e uzanan seyrek fosil kayıtlarının gösterdiği gibi- eskiden de Amerikalarla sınırlıydı. Özellikle ormanlardaki ağaçlarda yaşayan bu hayvanlardan bazıları da orman içlerindeki otlu açıklıkları yeğler. Yiyecekleri böceklerden yapraklara ve meyvelere kadar değişir. Büyüklükleri, küçük ipek maymunundan uzun kollu ve kuyruklu, boyu 1 m'yi bulan örümcek maymununa kadar değişir. Grup burun deliklerinin ve kulaklarının yapısıyla ayırt edilir.

◆ STREPSIRRHINI   HAPLORRHINI ◆

PRİMATLAR ◆

STREPSIRRHINI

Bu grup, öteki primatlardan ön dişlerinin tarağa benzeyen yapısıyla ayırt edilir.

PRİMATLAR

Bir grup olarak primatlar, büyümüş beyinleri, ilerlemiş görüşleri ve başparmaklarının konumuyla ayırt edilirler.

Sincap maymunları (*Saimiri* türleri), "Yenidünya" platyrrhine grubunun yüksek derecede sosyal, hepçil primatlarıdır. Bunlar "Eskidünya" maymunlarından, düzleşmiş burunları ve yanlara bakan burun delikleriyle ayrılırlar.




CERCOPITHECOIDEA
Eski Dünya maymunları
HYLOBATOIDAE
şebekler
PONGIDAE
orangutanlar
GORILLINAE
goriller
HOMININI
insanlar
PANINI
şempanzeler
Papio
Hylobates
Sivapithecus
Gorilla
Homo habilis
Pan troglodytes
"Eskidünya maymunları" denen bu gruptaki 80'den çok türün hepsinin de kuyrukları vardır. Babunlardan makaklara kadar büyük bir çeşitlilik gösteren bu hayvanların, tropikal yağmur ormanları ve savanalardan soğuk dağ yamaçlarına kadar neredeyse küresel bir dağılımları vardır. Bunların birçoğu otçuldur; ancak yaprak yiyicilikte uzmanlaşanlardan meyve yiyicilere ve beslenmek için zaman zaman başka hayvanları öldüren hepçillere kadar çeşitlilik gösterirler. Fosil kayıtları Kuzey Afrika'da Miyosen'e dek uzanır.
Şebeklerin yaşayan dokuz türü, boyları 1 m kadar olabilen, ormanda yaşayan, kuyruksuz insansı maymunlardır. Grup –omuz kaslarında ve kemiklerinde bir dizi anatomik uyarlanma gerektiren bir hareket biçimi olan– daldan dala sallanmayı sağlayan uzun kollarıyla ayırt edilir. Şimdiye dek bu gruba ait fosil kaydına hiç rastlanmamıştır; bu da grubun kökenini gizemli kılar.
Günümüz orangutanları ağaçta yaşayan, iri insansı maymunlardır ve günümüzdeki dağılımları Borneo ve Sumatra'yla sınırlıdır. Ne var ki Pongidae grubunun fosil kayıtları 14 milyon yıl kadar öncesine, Miyosen'e dek uzanır ve Afrika ile Avrasya'yı da içine alan daha geniş bir bölgeye dağılmıştır. Grup anatomik olarak, göz çukurunun biçimi gibi kafatası özellikleriyle ayırt edilir.
Goriller yaşayan en iri primatlardır. "Gümüş sırtlı" erkek dağ gorili 1,8 m boya ve 225 kg ağırlığa ulaşır. "Moleküler saat" ölçümlerine göre insan ve şempanzelerin hominin atalarından 7 milyon yıl kadar önce farklılaşmışlardır, ancak ormanlarda ve yaylalarda yaşadıklarından geriye bilinen hiç fosil kaydı bırakmamışlardır.
Modern insanlar, Hominin grubunun hayatta kalan biricik türüdür. Bu grupta yer alan soyu tükenmiş en az 20 tür, en eski akrabamız Sahelanthropus'tan bu yana, yaklaşık 7 milyon yıl boyunca ortaya çıkmış ve evrim geçirmiştir. Grubun, Sahelanthropus'tan önce de şempanzelerle paylaştığı bilinmeyen bir atası vardı.
Afrika şempanzelerinin hayatta kalan ve boyu 1,7 m'yi bulan iki türü, bize en yakın genetik akrabalarımızdır. Genomlarımızın yüzde 99'u ortaktır. Görünürde küçük olan bu fark, son ortak atamızdan bu yana geçen 7 milyon yılda ortaya çıkmıştır.
HOMININAE
HOMINIDAE
HOMINOIDAE
HOMINOIDEA
CATARRHINI
SIMIIFORMES
HOMINIDAE DÜĞÜMÜ OLAYI
İnsanlar, şempanzeler, goriller ve bunların soyu tükenmiş akrabaları anatomik olarak –el becerisinin evriminde büyük rol oynayan– ellerinin yapısıyla tanımlanır.
CATARRHINI
Bu büyük grup "diş yapısı formülü" (dişlerinin sayısı ve dizilişi) ve burun deliklerinin biçimiyle tanımlanır.
HOMINOIDEA
Bu grup, şebeklerin pongidlere, şempanzelere ve insanlara dahil edilmesiyle oluşmuştur. Bu grubun üyeleri kuyruksokumu kemiği, el ve kürekkemiği gibi anatomik yapılarla tanımlanır.
HOMINOIDAE DÜĞÜMÜ OLAYI
Bu grup gorillere, şempanzelere ve insanlara pongidlerin dahil edilmesiyle oluşmuştur. Bu grubun üyeleri kafatasının ve beynin anatomik özellikleriyle tanımlanır.
HAPLORRHINI
Temel olarak moleküler veriler ve burun bölgesinin yapısıyla ayırt edilen bu grupta tarsiyerler ve simiiform maymunlar bir araya gelir.

LAURASIATHERIA

Kirpilerin ve balinaların plasentalı memeliler içinde aynı grupta yer aldığına inanmak güç olsa da moleküler kanıtlar öyle olduğunu gösteriyor. Aslında yaşayan plasentalı memeli türlerinin yaklaşık yarısı, genetik çalışmalar sonucunda Laurasiatheria içinde yer alır.

Bu grup içinde bir araya toplanan memeliler kır fareleri ve yarasalardan develere, mavi balinalara kadar değişkenlik gösterir –bu, memelilerin en küçüklerini ve en büyüklerini de içeren, beden yapısı, büyüklük ve uyum özelliklerinin olağanüstü çeşitlilik gösterdiği bir gruptur. Grup küresel olarak yayılmıştır ve okyanusların derinliklerinden dağların doruklarına, yeraltından göklere kadar değişkenlik gösteren habitatlara uyum sağlamıştır. Yaşayan grupların fosil kayıtları Paleosen'e dek uzanır; ancak bazı soyu tükenmiş gruplar nedeniyle Laurasiatheria, Orta Kretase'ye kadar taşınır ve grubun tahmin edilen kaynağının da, adından anlaşılacağı gibi, kuzeydeki süper kıta Laurasia olduğu varsayılır.

Ancak hâlâ, çok çeşitli laurasiatherianları da içeren birçok memeli grubu üzerine ciddi tartışmalar devam etmektedir. Temel soru, bunların hepsinin gerçekten Erken Paleojen'in yalnızca birkaç milyon yılı içinde, Kretase-Tersiyer soy tükenişinin ardından evrimleşip evrimleşmedikleri ya da gerçekte daha derin ve daha eski kökenleri olup olmadığıdır. Ne yazık ki fosil kayıtlarının parçalı yapısı (karşı sayfadaki kutuya bakınız) bu sorunun çözümü için çok az yardım sağlar.



Pholidocercus

Geleneksel Linneci Insectivora takımı elle tutulur anatomik benzerliklere dayandırılamadığından hiçbir zaman tam olarak tatmin edici olmamıştı. Yakın zamanlı genetik veriler bu takımın gerçekte polifiletik olduğunu gösterdi – kır farelerinin, kirpilerin ve kuzeydeki kıtalardaki köstebeklerin Afrikalı Insectiphilia'ya bağlanan ayrı bir kökeni vardı. Sonuç olarak şimdi, yaşayan 300 kadar tür Eulipotyphles grubu içinde bir araya getirildi. Fosil kayıtları Paleosen'e dek uzanan bu grubun anatomileri her zamankinden daha çeşitli olsa da yaşayan hayvanlara ait moleküler çalışmalar bu gruplamayı destekliyor.



Archaeonycteris

Günümüzün en başarılı ve geniş yayılım gösteren plasentalı gruplardan olan ve fosil kaydı Eosen'e dek uzanan yarasaların, yaşayan yaklaşık 1.000 türü vardır. Çoğu küçüktür, gececildir ve değişik beslenme tarzları vardır. Görünüşlerindeki çarpıcı farka karşın, küçük "microchiropteranlar" ile büyük meyve yarasaları "megachiropteranlar" ortak bir evrimsel geçmişi paylaşmışa benzer. Gövde, arka bacaklar ve kuyruk ile ellerdeki ince uzun parmaklar arasında gerili deri sayesinde tümü de etkin bir uçuş için uyarlanmıştır.



Hyracotherium

Yaygın olarak tek toynaklılar olarak bilinen ve bitkiyle beslenen bu grup, zebra ve atlardan gergedanlara kadar değişkenlik gösteren yalnızca 18 yaşayan tür içerir. Ne var ki Paleosen'de ortaya çıkışlarından sonra Geç Kenozoyik'teki yayılışları sayesinde geçmişte çok daha bol, çeşitli ve yaygınlardı. Arka bacaklarının yapısıyla ve moleküler verilerle ayırt edilirler. Günümüz türlerinin boyları 4 m'ye kadar ulaşabilir. Oysa soyu tükenmiş indricotherelar bilinen en iri kara memelisini de içeriyordu.



Amphicynodon

Bu gruptaki 280 kadar yaşayan türün çok farklı yapıları ve alışkanlıkları vardır ve bunlar denizayısı ve ayılardan sırtlan, gelincik ve kedilere kadar değişkenlik gösterir. Ortak yanları, avlarının etlerini parçalara ayırmaya yarayan köpekdişinin gelişimidir. Bazılarının beslenme tarzı leşçilliğe, hepçilliğe ve ender olarak da otçulluğa uyarlanmıştır. Soyu tükenmiş "cimoleslan" akrabaları dikkate alındığında fosil kayıtları Orta Kretase'ye dek uzanabilir; ancak bu tartışmalıdır.

◆ FEREUNGULATA

SCROTIFERA ◆

LAURASIATHERIA ◆



Mavi öküz başlı ceylan (*Connochaetes taurinus*), Ruminantia'nın oldukça başarılı Afrikalı bir üyesidir. İki toynak üzerinde etkin olarak yürüyebildikleri için yakın zamana kadar Artiodactyla –çift toynaklı– olarak sınıflandırılıyorlardı.

FEREUNGULATA

Atlardan balinalara kadar değişkenlik gösteren 600 kadar tür bu grupta bir araya getirilmiştir. Bu gruplama moleküler veriler ve plasentanın yapısı gibi anatomik özelliklerle desteklenir.

PHOLIDOTA
karıncayiyenler


Eomanis

Yaşayan 10'dan az türüyle tuhaf, pullu karıncayiyenler, Eosen'e dek uzanan fosil kayıtlarıyla eski bir grubun üyesidir. Bu onların bir zamanlar, günümüzdeki Afrika ve Asya'daki dağılımlarından çok daha geniş bir alana yayılmış olduklarını düşündürür. Bedenlerini kaplayan koruyucu, boynuzsu tabakalarla ayırt edilirler. Carnivora ile yakın akraba oldukları düşünülmektedir.

TYLOPODA
deveğiller


Merycoidodon

Ortak özellikleri benzersiz bir ayak yapısı ve ayakların yalnızca ön yüzeyini kaplayan bir toynak olan bu grup, develerin, lamaların ve bunların akrabalarının 10'dan az türünü içerir. Eosen'deki ilk yayılmanın ardından Erken Kenozoyik'te daha bol ve daha çeşitliydiler; daha geniş alanlara yayılmışlardı. Bunlar da yedikleri bitkileri geviş getirirler; ancak gerçek Ruminantia'nınkinden daha farklı bir sindirim sistemleri vardır.

SUINAS
domuzlar


Sus

Bu grup hareketli burun yapılarının yanı sıra, moleküler verilerle de ayırt edilen ve boyları 2 m'yi bulabilen yabandomuzlarını ve domuzları içerir. Yaşayan 20 kadar türü vardır ve uyumlu olmaları nedeniyle hâlâ çok yaygındırlar. Ne var ki geçmişte daha boldular. Fosil kayıtları Eosen'e dek uzanır.

RUMINANTIA
geviş getirenler


Bison

Bizondan geyiğe kadar çeşitlilik gösteren, yaşayan 200 kadar türü içeren, geviş getiren ve çoğu otçul olan bu grup, midelerinin yapısıyla ve kısmen sindirilmiş besinlerin daha çok besleyici madde alabilmek için ağza geri çıkarılmasını içeren sindirim biçimiyle ayırt edilir. Fosil kayıtları Eosen'e dek uzanır.

HIPPOPOTAMIDAE
suaygırları


Hippopotamodon

Yarı sucul otçulların hayatta kalan iki türü özelleşmiş dişleriyle ayırt edilir. Bunlar 4 m'ye kadar büyüyebilen domuz benzeri hayvanlardır. Geçmişte çok daha çeşitli ve yaygın olan bu grubun fosil kaydı Eosen'e dek uzanır.

CETACEA
balinalar ve yunuslar


delphinid

Yunuslardan balinalara kadar çeşitlilik gösteren günümüzün 80 kadar cetaceanı, 30 m'yi bulan boylarıyla yaşayan en iri hayvanla olan mavi balinaları da içerir. Bu sucul memelilerin fosil kaydı, Paleosen'in başlarındaki atalarına kadar gider.

FERAE ◆

◆ **CETARTIODACTYLA**

FERAE

Yaşayan 280 kadar türü içeren bu gruplama, moleküler verilerle desteklenmektedir ve etçilleri, şaşırtıcı derecede yakın akrabaları pholidolarlarla aynı grupta birleştirir.

CETARTIODACTYLA

Develerden balinalara kadar değişkenlik gösteren 300 kadar yaşayan türün bulunduğu bu grup, moleküler çalışmaların yanı sıra, –cetaceanlarda yitirilmiş olsa da– bacakların ve bileklerin yapısıyla ayırt edilir. Öteki hayvanların cetaceanlarla akrabalığının keşfi, eski bir memeli takımı olan Artiodactyla'nın –çift toynaklılar– terk edilmesine yol açmıştır.

İLK MEMELİLERİN İZİNİ SÜRMEK

Memelilerin ilk akrabalıklarının ortaya çıkarılmasındaki büyük sorunlardan biri, fosil kayıtlarının doğasıdır –küçük karasal hayvanların görece narin iskeletlerinin korunmasının güçlüğü. Ormanlık bölgelerde ve yaylalarda yaşayan küçük memelilerin fosilleriyse, fortul kaya kayıtlarının böylesi bölgelerden olumsuz etkilenmesi nedeniyle daha da azdır. Korunabilmiş küçük memeli fosillerinin çoğu yalıtılmış dişlerden öteye geçmez. Birçok tür yalnızca diş yapısı özellikleriyle tanımlanmıştır. Soyu tükenmiş türlerin bu tür fosilleri, yaşayan türler için yapılanla aynı tipteki moleküler analizlere uygun değildir. İki farklı bilgi kaynağına dayanılarak yapılan sınıflandırmalarda da belirgin farklar ortaya çıkabilir.

ARCHOSAUROMORPHA

Archosauromorpha, kafatasının yanında, göz çukuru ile burun deliğinin arasında, "antorbital pencere" şeklindeki üçüncü bir açıklığın gelişimiyle ayırt edilen diapsid sürüngenlerdir. İlk olarak Geç Permiyen'de ortaya çıkmışlar, Mesozoyik Zaman'da egemen kara hayvanı olacak şekilde gelişmişler ve "yöneten sürüngenler" anlamına gelen adlarını da bu nedenle almışlardır.

Her ne kadar hızla çeşitlenmiş olsalar da archosaurların öne çıkmalarına yardımcı olan birçok özelliği, avcı bir yaşam biçimini benimsemeleriyle ilişkilidir. Gözün önündeki ek kafatası açıklığı, burun çıkıntısının boyunun ağırlığa çok bir şey katmadan uzamasını sağlamıştır. Daha küçük açıklıklar altçenede oluşmuş ve dişler beslenme sırasında oynamalarına engel olacak şekilde oyuklara bağlanmıştır. Kayda değer bir başka özellik de kasların uylukkemiğine (üst bacak kemiği) bağlanması için fazladan bir çıkıntının eklenmesidir. Bu özellik, dinozorlar gibi archosaur gruplarında iki ayaklılığın gelişimindeki önemli etkenlerden biri olmuş olmalıdır. Çeşitlenen archosaur grupları, genellikle bilek yapılarındaki gelişmelerle ayırt edilir.

Archosaurların yakın akrabaları Permiyen'in sonlarına doğru iri ve başarılı synapsidler ve diapsid sürüngenlerle birlikte ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk gerçek archosaur Erken Triyas'ta belirmiş ve hızla çeşitlenerek giderek daha sucul hale gelen timsahlara, uçan pterozorlara ve ilk dinozorlara dönüşmüştür. Başarılarını açıklayabilmek için ortaya birçok neden konmuştur. Bunlardan biri, Pangea süper kıtasının var olduğu dönemde çok sıcak ve kurak olan kıta içlerinin olumsuz koşullarına iyi uyum sağlamış olmalarıdır. Bir başka neden de archosaurların olası metabolizmalarıyla ilişkilidir (bkz. karşı sayfadaki kutu).

Nil timsahı (Crocodylus niloticus) gibi timsahgiller, avialan dinozorlarla birlikte, günümüz dünyasında hâlâ [illegible] olan iki archosaur grubundan biridir.

PROLACERTIFORMES



Prolacerta

Protorosaurlar olarak da bilinen bu ilkel archosauromorphlar, uzamış boyun omurları, ince kaburgaları ve bazı kafatası ve çene özellikleri gibi ortak özelliklerle ayırt edilir. *Prolacerta* gibi karada yaşayanları, *Sharovipteryx* gibi uçanları ve *Tanystropheus* gibi uzun boyunlu yarı sucul türleri içerirler. Dünya çapındaki Permiyen ve Triyas fosil katmanlarından 15 kadar cins bilinmektedir. Ancak şimdilerde, grubun gerçekten monofiletik olamayacağı düşünülmektedir -bunun yerine çeşitli prolacertiformların farklı ataları olduğuna inanılmaktadır.

EUPARKERIA



Euparkeria

Afrika'nın güneyinde yer alan tek bir fosil kaynağıyla bilinen bu şaşırtıcı sürüngenin boyu 60 cm'dir. Bedeni hafif, kuyruğu uzun, dişleri iğne gibidir ve arka bacakları alışılmadık derecede uzundur. Bu özellikler, *Euparkeria*'nın en azından kısmen iki ayak üstünde yürüdüğünü ve arka bacakları üstünde koşabildiğini düşündürür. Ne var ki anatomisi nedeniyle, kladistik akrabalarına ilişkin zor sorular ortaya atılır. Bazı bilim insanları onu dinozorların ataları arasına yerleştirirken, bazıları da -burada gösterildiği gibi- Archosauria'nın bir kardeş grubunun biricik temsilcisi olduğuna inanır.

'SPHENOSUCHIA'



Hesperosuchus

Temel crocodylomorphlardan oluşan ve 1,5 m'ye kadar büyüyebilen bu görece küçük grubun üyeleri, uzunca bacakları ve dik duruşlarıyla genellikle ince, uzun ve zayıf sürüngenlerdi. Triyas'ta ortaya çıkmışlardır. Bilinen en az 15 cins (ve tartışmalı bazı başka üyeler) ile Orta Jura'ya dek fosil kayıtları bulunur. Tüm üyeleri belirli karakteristik özellikleri paylaşsa da Sphenosuchia'nın gerçekten monofiletik bir grup olup olmadığına ilişkin dikkate değer bir tartışma da vardır.

◆ ARCHOSAUROMORPHA

ARCHOSAUROMORPHA

Bu, gerçek archosaurlarla onların Geç Permiyen'de ortaya çıkan daha az özelleşmiş akrabalarının bir araya geldiği bir gruptur.

CROCODYLOMORPHA

Triyas'ta ortaya çıkan uzun bacaklı bu kara avcıları zaman içinde yarı sucul avcılara dönüşmüştür.

CROCODYLA
timsahlar

PTEROSAURIA
pterozorlar

ORNITHISCHIA
kuş kalçalı dinozorlar

Bkz. sayfa 290

SAUROPODOMORPHA
sauropod dinozorlar

THEROPODA
theropod dinozorlar

Bkz. sayfa 292



Asiatosuchus



Pterodactylus



Muttaburrasaurus



Apatosaurus



Aucasaurus

Timsahlar ve akrabaları, boyları birkaç metreyi bulan 23 yaşayan türle, kuşlar dışında hayatta kalan tek archosaurlardır. Bu yarı sucul deniz ve tatlı su avcıları Erken Kretase'de ortaya çıktı, Geç Kretase ve Paleojen'de çok değişik türler oluşturacak şekilde çeşitlendi. Günümüzde timsah, Amerikan timsahı ve Ganj timsahı olarak tropikal bölgelerde küresel bir dağılımları vardır.

Bu iyi bilinen uçan sürüngenlerin Mesozoyik göklerinde yıldızı parlamış, kanat açıklıkları 20-30 cm'den 10 m'ye kadar ulaşmıştır. 100 kadar cinsi bilinir. Geleneksel olarak ilkel, uzun kuyruklu rhamphorynchoidler ve daha gelişmiş, kısa kuyruklu pterodactyloidler (her ne kadar bunların rhamphorynchoid bir atası olsa da) olarak ayrılırlar. Bazılarında içi delikli kemiklerin yanı sıra, tüyler gelişmiştir ve endotermik olabilirler.

Dinozorların iki büyük kolundan biri olan ornithischianların, üç büyük kalça kemiğinden biri olan kasık kemiklerinin arkaya doğru uzaması nedeniyle (bu özellik bağımsız olarak kuşlarda da evrimleşmiştir) "kuş kalçalı" anlamına gelen bir adları vardır. Geç Triyas'ta ortaya çıkmış ve Kretase'nin sonuna kadar gelişmişlerdir. Zırhlı stegosaur ve ördek gagalı hadrosaur gibi dinozorları da içerirler.

Olçul saurischian dinozorlarının bu iyi bilinen grubunun iri bedenleri, uzun boyunları ve çivi benzeri zayıf dişleri içeren küçük bir kafaları vardı. Geç Triyas'ta ortaya çıkan görece küçük prosauropodların dev sauropodların (Jura'da serpilmiş ve dünyanın bazı bölgelerinde Geç Kretase'ye dek yaşamayı sürdürmüşlerdir) kardeş grubu olabileceği düşünülmektedir.

Saurischia'nın ikinci büyük kolu Theropoda'dır - iki ayak üstünde yürüyebilen, çoğunlukla etçil. Geç Triyas'ta ortaya çıkmış ve Kretase sonundaki soy tükenişe kadar çeşitli türlerde gelişmiş dinozorlar. Bu felaketten sonra yalnızca, Jura'nın ortalarında ortaya çıkan kuşlar (Avialae) yaşamını sürdürebilmiştir.

SAURISCHIA

Saurischia, "kertenkele kalçaları" ile (kasık kemiğinin, günümüz kertenkelelerinde olduğu gibi, öne doğru yönlendiği pelvis yapısı) Ornithischia'dan ayırt edilir. Bu kemik daha sonra avialian dinozorlarda geriye doğru dönüp kalça kemiğinin alt bölümüyle (iskiyum) kaynaşmış ve bağımsız olarak ornithischianlarla benzer gelişimler göstermiştir.

SAURISCHIA ◆

DINOSAURIA ◆

◆ CROCODYLOMORPHA

ARCHOSAURIA ◆

DINOSAURIA

Öteki archosaurlarla karşılaştırıldığında bacakların daha dik ve düşey duruşlu olmasını da içeren birtakım anatomik özellikler, dinozorları bir grup yapar. Kladistik olarak, ornithischian dinozor *Triceratops* ve bunun tüm altsoyları ile günümüz kuşlarının en yakın ortak atasını içeren grup olarak tanımlanır.

ARCHOSAURIA

Gerçek archosaurlar, Mesozoyik'te –ve bazı durumlar için günümüzde de– gelişen büyük gruplara ayrılmadan önce, büyük olasılıkla Geç Permiyen'de ortaya çıkmıştır. Karakteristik özellikleri olan kafalarındaki ikinci bir deliğin yanı sıra, öteki archosaur özellikleri arasında altçene kemiğindeki bir delik, dişlerin oyuklar içinde bulunması ve farklılaşmış bilek eklemi sayılabilir.

ARCHOSAUR METABOLİZMASI

Soyu tükenmiş türlerin yumuşak iç organlarına ait fosil kayıtları ender olarak günümüze ulaşır; ancak bunlar genellikle hayvanın metabolizmasını ve yaşam biçimini anlamak için anahtar niteliğinde olur. Neyse ki üzerinde çalışılabilecek hayatta kalan iki archosaur grubu –kuşlar ve timsahlar– vardır ve bunlar sayesinde birtakım şaşırtıcı özellikler ortaya çıkarılır. Kuşlar endotermik (sıcak kanlı) ve timsahlar ektotermik (soğuk kanlı) olsa da her ikisinin kalbi dört odacıklıdır. Bu, normalde memelilerin hızlı metabolizmasıyla ilişkili, verimli çalışan bir organdır. Kimi paleontologlar bunu, tüm archosaurların (dinozorlar ve timsahların ince uzun, karada yaşayan ataları da dahil) sıcak kanlı olduğunu ve bunun da Triyas synapsidleriyle rekabet etmelerine yardımcı olduğunu ileri sürerken bir kanıt olarak kullanır.

ORNITHISCHIA

Dinozorlar, karasal archosaurların Orta Triyas ile Geç Triyas arasında ortaya çıkan, Mesozoyik boyunca yayılan ve Kretase sonundaki soy tükenişle kuşlar –tüylü theropodların bir grubunun altsoyu– dışında soyu tükenen büyük bir grubudur. Dinozorlar iki monofiletik gruba ayrılır: Ornithischia ve Saurischia.



Ornithischia temel olarak, pelvis kemiklerin dışarıdan bakıldığında kuşlara benzer şekildeki düzenlenmiş oluşuyla ayırt edilir. Yine de onları ayırt eden, daha geniş ve daha dengeli kalçalar ve kafatasında gözün önündeki küçük bir açıklık gibi başka özellikler de vardır. Yine de otçul olarak olasılıkla en kayda değer gelişmeleri, altçene kemiğinin ön tarafındaki "kuş benzeri" ek kemiktir. Bu, üstçene kemiğinin ön orta kısmıyla (premtersilla) bağlantılı olarak çalışır ve makas gibi keserek beslenmeyi sağlayan bir gaga oluşturur.

En özgün üç ornithischian grubu thyreophoranlar, ornithopodlar ve ceratopsianlardır. Ağır, dört ayak üstünde yürüyen thyreophoranların, genellikle sopa şeklinde bir kuyrukla sonlanan kemikli bir zırhı vardır. Bunlar Erken Jura'dan Geç Kretase'ye dek yaşamıştır. İki ayak üstünde yürüyen ornithopodlar, Geç Kretase'de dolaşan ve çoğu zaman şatafatlı, şaşırtıcı kafatası çıkıntıları olan ördek gagalı hadrosaurları da içerir. Öte yandan ceratopsianlar çoğunlukla dört ayak üstünde yürüyor ve giderek ayrıntılanan bir dizi kafa süsü taşıyordu. Bu süsler arasında üst gagadaki kıvrık bir kemik, yüzdeki farklı boyut ve biçimdeki boynuzlar ve hem boynu korumaya ve ısı düzenlemesine hem de rakipleri korkutmaya yarayan geniş, kemikli bir yakalık vardı.

Arjantin'deki Geç Triyas kayaları arasında keşfedilen bu orta boylu (4.5 m'ye yakın), iki ayak üstünde yürüyen etçil dinozor, bazılarınca saurischian grubunun kökenine yakın olduğu, bazılarınca da saurischianlar ile ornithischianlar arasındaki ayrımdan önce geldiği düşünülen tartışmalı bir dinozordur. Daha çok saurischian özellikleri taşıdığı düşünülse de bu gruplakilerin daha sonra geliştirdikleri özellikleri göstermez. Dinozor olmayan archosaurlara benzeyen kafatası yapısıyla kesinlikle bir etçildir. İlkel kalıntılarına yönelik çalışmalar, dinozorların gerçek bir monofiletik grup oldukları düşüncesini desteklemede kullanılmıştır.

1 m boyundaki, hafif yapılı, iki ayak üstünde yürüyen ve ilk olarak 1967'de tanımlanan bu otçulun, Arjantin'de bulunan parçalı,eksik ve tek örneği, şimdiye kadar keşfedilen en eski ornithischian olduğuna genel olarak inanılmasını tartışmalı duruma getirmiştir. Daha eski etçil *Herrerasaurus* ile aynı Geç Triyas kaya oluşumlarında bulunan çok daha küçük *Pisanosaurus*, onun avı olmuş olabilir. Ne var ki en son çalışmalarla bile bunun temel bir ornithischian mı yoksa biraz daha gelişmiş heterodontosaurid mi olduğu çözülememiştir.

Bu küçük, uzun kuyruklu otçul grubunun ornithischianlar içindeki konumu oldukça tartışmalıdır ve varılan bilimsel bir görüş birliği yoktur. Ne var ki *Heterodontosaurus* ile grup içindeki üç başka cinsin yakın zamanlı analizleri, çenelerinin, dişlerinin ve ellerinin özellikleri temel alındığında en ilkel ya da temel ornithischianlar oldukları görüşünü destekler. 2 m'ye ulaşan boylarıyla Erken Jura'da küresel bir dağılımları vardı ve birkaç türü yaşamını Erken Kretase'ye dek sürdürebilmişti.

ORNITHISCHIA

DINOSAURIA



Geç Kretase'de Kuzey Amerika'da yaşamış iri ornithischian *Triceratops*, marginocephalian grubunun en son ve en gelişmiş temsilcilerinden biridir.

DINOSAURIA

Bu grup, kuşları da içerdiği için bugün bile karasal omurgalıların önemli bir grubunu oluşturur. Timsahları ve pterozorları da içeren daha geniş archosaurlar grubu içinde konumlandırılır.

THYREOPHORA


Scelidosaurus

Bazılarının boyu 9 m'yi bulan bu zırhlı olçullar, kafalası ozellikleri ve derilerindeki zırhla ayırt edilen iyi tanımlanmış monofiletik bir grup oluşturur. En tanıdık thyreophoranlar, zırhla kaplı stegosaurianlar ve ankylosaurlardır. Ne var ki *Scelidosaurus*'un ilk kez 1861'de tanımlanan kesin filogenetik konumu tartışma konusu haline gelmiş ve hâlâ çözümlenememiştir.

ORNITHOPODA


Iguanodon

Bu son derece başarılı grup, küçük ve iki ayak üstünde yürüyen Jura olçulları arasından çıkmış ve farklılaşıp irileşerek Kretase'nin egemen olçulları haline gelmişlir. En iyi bilinenleri, 15 m uzunluğundaki ördek gagalı hadrosaurlardır. En son analizler bu gruplamaya kuşku düşürmüştür; ancak bunun nedeni grubun bazı üyeleri hakkındaki bilgilerimizdeki boşluklar olabilir.

CERATOPSIA


Triceratops

Bu grup *Triceratops*'a *Pachycephalosaurus*'tan daha yakın olan tüm marginocephalanları içerir. Geç Jura'dan Geç Kretase'ye dek yaşayan bu gagalı olçullar, *Psittacosaurus* gibi iki ayak üstünde yürüyen küçüklerden, dört ayak üstünde yürüyen, ayrıntılı boynuzları ve boynunda kemikli yakalıkları olan 9 m'lik iri *Triceratops*'a kadar bir dizi biçimde karşımıza çıkar.

PACHYCEPHALOSAURIA


Stegoceras

En tanınmış üyesi *Pachycephalosaurus* olan bu iyi tanımlanmış grup Geç Kretase ile sınırlanmıştır. Orta boylu, iki ayak üstünde yürüyen, çoğunlukla bitkiyle beslenen bu grubtakilerin boyları 8 m'yi bulurdu. Kalın, düz ya da kubbe şeklindeki kafalası çatıları da muhtemelen avcılara ya da cinsel rakiplere toslamak için kullanılıyordu.

MARGINOCEPHALIA ◆

CERAPODA ◆

GENASAURIA ◆

CERAPODA

Dönem olarak Jura'dan Geç Kretase'ye dek uzanan bu grubun üyelerinde, çiğnemeye yardımcı olmak için alt sıradaki dişlerin iç tarafında kalın bir mine tabakası vardır.

ORNITHISCHIA

Uzun süredir benimsenmiş bu dinozor grubunun üyeleri kafalası, çene, dişler, pelvis ve omurganın bazı tanımlayıcı özelliklerini paylaşır –yine de dişlerin bazı ayırt edici özellikleri archosaurlar içinde de birçok kez evrimleşmiştir.

GENASAURIA

Bu grup ornithischianların en gelişmiş gruplarını –hem cerapodları (ornithopodlar, ceratopsianlar ve pachycephalosaurlar) hem de zırhlı thyreophoranları– içerir.

MARGINOCEPHALIA

Bu grup *Triceratops*'u, *Pachycephalosaurus*'u, bunların en yakın ortak atalarını ve altsoylarını içerir. Dönem olarak Geç Jura'dan Geç Kretase'ye dek uzanırlar.

DİNOZORLARI KEŞFETMEK

Dinosauria ilk olarak İngiliz anatomici Richard Owen tarafından, Güney İngiltere'deki Mesozoyik tabakalarında parçalar halinde korunmuş birkaç fosil kalıntısı temel alınarak 1842'de bir grup olarak tanımlandı. Hırslı Owen, "Saurian sürüngenlerin uzak bir takımı ya da alttakımı" olduğunu düşündüğü grup için Yunanca'dan türetilen ve "korkunç kertenkele" anlamına gelen dinozor adını kullandı ve böylece şöhret ışıklarını, soyu tükenmiş sürüngenler *Megalosaurus* ve *Iguanodon*'u ilk kez tanımlayan öncü paleontologlar William Buckland ve Gideon Mantell'den çalmış oldu. Ancak Owen bile, parçaları eksik olduğu için dinozorlarını yeniden inşa etme konusunda çok zorlandı ve bunları iri, hantal dört ayaklılar olarak düşündü.

Ancak daha eksiksiz örnekler, özellikle Kuzey Amerika'dan elde edildiğinde daha iyi bir kavrayışa erişildi. 1858'de New Jersey'de neredeyse bütün halinde bulunan ve Joseph Leidy tarafından *Hadrosaurus* olarak adlandırılan 10 m'lik iskelet, iri dinozorların bile yaşayan sürüngenlerde görülmeyen bir şekilde arka ayakları üzerinde gezinebildiğini ilk kez akla getirdi ve bu dinozor çalışmalarında bir devrim yarattı.

Aradan geçen 150 yıl içinde bu alan, yeni keşifler ve yeni analiz teknikleriyle yeniden yazılmaya devam ediyor. Kuşlar dışında 500 kadar cins biliniyor; ancak bu sayı, en sonunda keşfedileceği düşünülen toplamın yalnızca dörtte birine karşılık geliyor. Kladistik sayesinde onların, diapsid archosaurların monofiletik bir grubu olduğu ve Orta ile Geç Triyas devirleri arasında archosaurlardan farklılaştığı anlaşılmıştır.

THEROPODA

Saurischian dinozorlar ilk kez, dinozorları ayrı bir grup olarak 1842'de tanımlayan Richard Owen'ın öğrencilerinden Harry Govier Seeley tarafından 19. yüzyılın sonlarında tanımlanmıştı. Günümüzün bilim insanları saurischianlar içinde iki ayrı grubu benimser: dört ayaklı sauropodlar ve iki ayak üstünde yürüyen theropodlar.

Sauropoda ilk kez 1878'de ABD'li büyük paleontolog Othniel C. Marsh tarafından tanınmıştı. Marsh, bu grubu Linneci anlamda Dinosauria takımının bir alttakımı olarak sınıflandırmıştı. 1882'deyse bu grubu kendi başına birtakım olarak tanımlamış, buna karşılık Dinosauria da alt sınıf statüsüne yükselmişti. Marsh'ın zamanından bu yana ilk sauropodların bazı akrabaları bulunmuş ve bunlar sauropodlarla birlikte Sauropodomorpha içinde gruplanmıştır.

Theropodlar da Marsh tarafından 1881'de tanımlanmıştır. Onun zamanından bu yana grubun boyutu kayda değer ölçüde genişlemiştir. Grup, ilk başta allosaruid dinozorlar ve bunların akrabalarının oluşturduğu görece küçük bir grupla sınırlıyken, şimdi ceratosaurlardan günümüz kuşlarına kadar çeşitli hayvanları içermektedir. Theropodlar Geç Triyas'ta ortaya çıktılar. İlk başlarda asıl olarak iki ayak üstünde yürüyen etçillerdi; yine de oviraptorosaurlar gibi bazı üyeleri Kretase'de otçul beslenme alışkanlıkları geliştirmişti. Birçok Avialae (kuşlar) de aynı şeyi yapmıştır. Grup, sauropodlardan çok Avialae ile daha yakından ilişkili bütün türleri içerir ve çene kemiğiyle omurların benzersiz özellikleriyle tanımlanır. Boyutları çok büyük bir çeşitlilik gösterir –soyu tükenmiş türler arasındaki 14 m'lik *Tyrannosaurus* gibi karalarda yaşamış en büyük avcılardan 25 cm'lik küçük *Epidexipteryx*'e kadar. Yaşayan örnekler genellikle daha küçüktür; küçük sinekkuşunun boyu 5 cm kadardır.



Dicraeosaurus · *Elaphrosaurus* · *Megalosaurus*

Otçul saurischianların bu geniş grubu, bazı üyelerinin ulaştığı muazzam boyutlarıyla bilinir. Grup, 28 m'lik *Argentinosaurus* gibi karalarda yaşamış en büyük hayvanları içerir. Genellikle uzun boyunları, küçük kafaları, sütun benzeri ayakları ve uzun, kaslı, sertleşmiş bir kuyrukla desteklenen iri gövdeleri vardı. Grup, omurgalarının ve bacaklarının benzersiz özellikleriyle tanımlanır. *Plateosaurus* gibi erken sauropodomorphaların bir grubu olan, oldukça küçük ve bazen iki ayak üstünde yürüyen prosauropodlarsa grubun dışında kalır.

Bu küçük grubun iskelet anatomisinden bunların, tüm theropodların temel ortak atasından -daha çeşitli Tetanurae'ye göre– daha az farklılaştığı anlaşılır; ancak iyi tanımlanmış teşhis özellikleri yoktur. Yine de ceratosaurlar Jura'dan Geç Kretase'ye dek yaşayan *Elaphrosaurus*, *Ceratosaurus* ve *Abelisaurus* gibi dinozorları da içerir. Bunlar orta boylu, iki ayak üstünde yürüyen, 7,5 m'ye kadar büyüyen etçillerdi ve bazı türlerinde, olasılıkla gösteriş için kullanılan, kafatasının üstünde yer alan ayırt edici boynuzlar gelişmişti.

Spinosauroidlerin bu grubu, Orta ile Geç Jura arasında yaşamış, iki ayak üstünde yürüyen bir dizi etçil türü içerir. İlk olarak 1869'da T.H. Huxley tarafından adlandırılan bu grupta, William Buckland'ın 1824'teki tanımladığı *Megalosaurus* da yer alır. Ne var ki fosil malzemesi çok parçalıydı ve bir çene kemiğiyle bazı dişleri içeriyordu; bu yüzden ne hayvan ne de grubu iyi bir şekilde tanımlanabilmişti. Ne yazık ki o zamandan beri işleri kesinleştirebilmek için çok da fazla yeni malzeme keşfedilemedi.

THEROPODA ➧

SAURISCHIA ➧

SAURISCHIA

Bu grup, öne dönük kasık kemiği ve arkaya dönük iskiyum kemiğiyle atalarına ait pelvis yapısını korumasıyla ayırt edilir.



14 m'lik Güney Amerika etçili *Giganotosaurus*, theropod dinozorların Carcharodontosauridae grubundandır. Kretase'de Güney Yarımküre'deki en iri avcı haline gelmiştir.

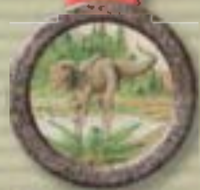
SPINOSAURIDAE



Irritator

Bu özelleşmiş Kretase theropodları iri, iki ayak üstünde yürüyen, boyları 14 m'yi bulan etçillerdi. Uzun, timsah benzeri kafatasları ve balık yakalayıp yiyebilmek için tırtıklı ve keskin dişleri vardı. Gruba adını veren *Spinosaurus*, sırtının üstünde deriyle kaplı, 1.5 m uzunluğunda bir "yelken" taşıyordu. Omurgadan çıkan uzantılarla desteklenen bu "yelken", sıcaklık düzenleyici olarak işlev görmüş ya da gösteriş için kullanılmış olabilir.

ALLOSAURIDAE



Allosaurus

Bunlar ilk olarak 1877'de ABD'li paleontolog Othniel Marsh tarafından tanımlanmıştı. Bu geniş grupta yer alan cinslerin tam sayısı kesin değildir. Geç Jura'da yaşayan, orta büyüklükte ya da büyük (bazı türleri 14 m'ye ulaşıyordu), iki ayak üstünde yürüyebilen, etçil theropodlardı. Bazı kafatası, çene ve pelvis özelliğini paylaştıkları carcharodontosauridlere benzer bir beden yapıları vardı.

CARCHARODONTOSAURIDAE



Giganotosaurus

Görece kısa yaşamış bu Kretase grubu, 14 m'lik *Giganotosaurus* gibi en iri kara avcılarından bazılarını içeriyordu. Bu grubun üyeleri kafatasının, dişlerin ve omurganın özellikleriyle tanımlanır. Güçlü bir çenenin bulunduğu kafaların uzunluğu 2 m'yi buluyordu. Küçük ön uzuvlarının üç pençeli parmakları vardı ve iri bedenlerini geniş, kaslı ve sertleşmiş bir kuyrukla dengelerlerdi.

COELUROSAURIA

Bkz. sayfa 294



Buitreraptor

Çoğunlukla iki ayak üstünde yürüyen bu avcı grup Orta Jura'da ortaya çıkmıştır. Kretase'nin sonunda soyları büyük oranda tükenmiştir. Bu süre boyunca küçük *Microraptor*'dan dev *Tyrannosaurus*'a dek oldukça çeşitlenmişlerdir. Coelurosaur alt grupları tyrannosaurları, ornithomimosaurları, maniraptoranları ve hayatta kalan coelurosaurları, yani kuşları içerir.

ALLOSAUROIDEA ◆

◆ SPINOSAUROIDEA

AVETHEROPODA ◆

TETANURAE ◆

DİNOZORLARI TANIMLAMAK

Harry Govier Seeley, bilinen dinozor kalıntıları (onun zamanında yalnızca birkaç düzine tür vardı) üzerinde yaptığı araştırmaların sonucunda pelvis yapısında –"saurischian" olarak adlandırdığı ilkinde diğer tüm sürüngenlerdekine benzer, "ornithischian" olarak adlandırdığı ikincisindeyse kuşlarınkine benzer olmak üzere iki tutarlı tipte görülen– temel bir farklılık olduğunun ayırdına vardı. Saurischia'da kasık kemiği genellikle öne doğru, oturga kemiği de arkaya doğru yönlenmişti. Bunun tersine Ornithischia'da kasık kemiğinin ekseni öteki tarafa dönmüş ve oturga kemiğinin yanı sıra, geriye doğru yönlenmişti ve birçok türde kasık kemiğinde öne ve dışa doğru çatal şeklinde yeni bir uzantı vardı.

Seeley biraz daha ileri giderek, iki kalça tipinin, ortak bir dinozor grubu içindeki farklılaşma yerine iki farklı atadan gelen bir özellik olduğunu ileri sürdü –başka bir deyişle dinozorlar doğal bir grup değildi. Bu tartışma 1980'li yıllara kadar, Jacques Gauthier'nin kladistik tekniğini kullanarak hem Ornithischia hem de Saurischia monofiletik gruplar olduğu için Dinosauria'nın da öyle olduğunu ve kafatası, kemerler, arka bacaklar ve ellerin benzersiz ortak özellikleriyle tanımlandığını göstermesine dek sürdü.

ALLOSAUROIDEA

Bu grup Jura'dan Geç Kretase'ye kadar yaşayan sinraptoridleri, carcharodontosauridleri ve allosauridleri içerir ve şimdiye dek yaşamış en iri kara avcılarından bazılarını da kapsar. Grup üyeleri, uzun ve dar kafatasının özellikleriyle ayırt edilir.

SPINOSAUROIDEA

İlk olarak 1915'te Alman paleontolog Ernst Stromer tarafından adlandırılan Spinosauroidea (kimi zaman Megalosauroidea olarak da anılır), 1998'de bir klad olarak yeniden tanımlandı. Grup, adını en ünlü üyesinden, etçil dinozorların en irisi sayılabilecek 16 m boyundaki *Spinosaurus*'tan alır.

TETANURAE

Bu geniş grup theropodların çoğunu ve onların altsoylarını içerir. Grubun adı "sert kuyruklar" anlamına gelir ve ilk kez 1986'da, kladistik analiz yöntemini kullanan ilk dinozor filogenilerinden birinde kullanılmıştır. Grup, *Ceratosaurus*'tan çok günümüz kuşlarına yakın theropodları içerecek şekilde tanımlanmıştır.

AVETHEROPODA

İlk olarak 1988'de kabul edilen bu grup *Allosaurus*'u ve onun tüm altsoylarını kapsar –carnosaurları ve günümüzdeki kuşlar da dahil olmak üzere coleurosaurları. Çenenin ve boyun omurlarının ortak özellikleri üzerine temellendirilmiştir.

COELUROSAURIA



Coelurosauria, yalnızca en iyi bilinen dinozor türlerini değil, aynı zamanda bugün hâlâ bizlerle olan kuşları da kapsar. 1990'lı yıllardan beri yapılan bir dizi önemli keşif sayesinde bu grup yakın zamanda yoğun bir ilginin odağı oldu ve sürmekte olan evrimin en iyi örneklerinden bazılarını sunmaya başladı.

Karalarda yaşayan en iri etçilleri de içeren bu dinozor grubu, ABD'li paleontolog Henry Fairfield Osborn'un *Tyrannosaurus*'u 1905'te tanımlamasından beri, ötekilerden daha çok ilgi çekmiştir. O zamandan bu yana çok sayıda "neredeyse eksiksiz" iskelet bulunmuştur.

Ne var ki birkaç yıl önce daha küçük coelurosaurlar, bu gruba yeniden ilgi duyulmasını sağladı. Önemli ölçüde korunmuş kuş benzeri tüyleri olan avcı theropodların Çin'deki Liaoning'de (*bkz.* 150-155. sayfalar) keşfi, paleontologları büyüledi ve yeni bulgular, 20 kadar cinsle ilişkilendirilen bir dizi kuş tüyü benzeri yapıyı açığa çıkardı.

Sonuç olarak tüylerin gelişimi üzerine oldukça çok araştırma yapıldı. Bunların sonuncusunda, *Psittacosaurus* ve *Tianyulong* gibi ornithischian dinozorlarla ilişkili lif benzeri yapılar keşfedildi -yine de bu yapıların coelurosaur tüyleriyle ortak bir kökenden mi geldiği yoksa yalnızca paralel evrimin bir örneği mi olduğu henüz bilinmiyor.

Compsognathus

Küçük, iki ayak üstünde yürüyen, ince uzun theropodların bu grubu, tipik olarak kafadan kuyruğa kadar bir iki metre uzunluktaydı. Uzun bacakları, ince, esnek bir kuyruğu, uzun bir boynu ve kafatası, keskin dişlerle donanmış bir çenesi vardı. Kolları görece kısaydı ve uzun, pençeli üç parmağı vardı. Bu grubun üyeleri kafatasının, omurlarının ve ellerin özellikleriyle ayırt edilir. Bazı compsognathidlerin saç benzeri tüylü bir derisi olabilir -ancak diğerlerinin kuyruk ve bacaklarında pullar vardı.

Sinosauropteryx

Compsognathus'un yakın akrabası olan, iki ayak üstünde yürüyen, çevik ve uzun bacaklı bu etçilin boyu 1,25 m kadar olabiliyordu. Çok uzun ve sert bir kuyruğu (64 omurlu), kısa kolları, esnek bilekleri ve üç pençeli elleri vardı. Coelurosaur grubunun en ilkel dinozorlarından biri olan *Sinosauropteryx*, tüylü bir derisi ve ilkel tüy benzeri bir yapısı olan ama kuş olmayan theropodların ilkiydi. *Compsognathus*'tan kafatası ve uzuv oranlarıyla ayırt edilir.

Gorgosaurus

İki ayak üstünde yürüyen, 1,6 m'den 12 m'ye dek değişen büyüklüklerde olan bu özel ve iyi bilinen etçil coelurosaur grubu, geniş kafatasları, özelleşmiş "heterodont" dişleri, iki ya da üç parmaklı küçülmüş ön uzuvları ve uzamış, güçlü arka uzuvlarıyla ayırt edilir. İlk türlerin arka bacakları daha uzun ve görece küçüktü -İngiltere'nin Wight adasında bulunan 4 m'lik *Eotyrannus* gibi. Grup, kafatası ve pelvis özellikleriyle tanımlanır. Bazı türlerde ilkel tüy benzeri yapılar görülür.

Struthiomimus

Küçük theropodların 4 m'ye kadar büyüyen bu grubu, kafatası özellikleriyle tanımlanır. Adları, günümüz devekuşlarına apaçık ancak yalnızca görünüşte benzemelerinden dolayı "devekuşu taklitçisi" anlamına gelir. Bunlar uzun ve güçlü arka bacakları, kısa pençeli ayak uçlarıyla koşmaya iyi uyum sağlamış, hızlı hareket eden otçullardı. Öte yandan uzun ve ince bir boynun üstünde yer alan küçük kafalarında geniş gözleri ve dişsiz bir gagaları vardı.

COELUROSAURIA ➧

COELUROSAURIA DÜĞÜMÜ

Bu grup, tyrannosaurlar ve maniraptorar gibi kuşlara carnosaurlardan daha yakın olan tüm theropodları içerir.



Velociraptor, en iyi bilinen coelurosaurlardan biridir. Kretase'de Moğolistan'da çevik bir dromaeosaurid avcıydı. Kanat benzeri, tüylü kollarının olduğu artık biliniyor.

THERIZINOSAUROIDEA



Beipiaosaurus

Orta boylu (10 m'ye kadar olan) theropodların bu özel grubunun uzun boyunları, geniş, tüyle kaplı gövdeleri, benzersiz bir kalça yapıları ve kısa bir kuyrukları vardı. Grup, kafatası, çene ve dişlerin, büyük olasılıkla otçul olduklarını gösteren yapısıyla ayırt edilir. En şaşırtıcı özellikleri, korunmak ve bitkisel besinleri kavramak için kullanılmış olabilecekleri, uzunluğu 60 cm'yi bulan çok büyük pençelerle donanmış üç parmaklı elleridir.

OVIRAPTOROSAURIA



Oviraptor

Uzun bacaklı ve çevik, kuş benzeri bu maniraptoranlar, gagalı, papağan benzeri kafataslarıyla, bazen de kemikli bir ibikle ayırt edilir. Küçük, hindi büyüklüğündeki türlerden 8 m'lik *Gigantoraptor*'a kadar çeşitlilik göstermişlerdi. Bazı türlerde kanat ve kuyruktakileri de içeren tüyler vardı. Bazı fosilleri yumurtalarını koruyacak şekilde kuluçka pozisyonunda bulunmuştu.

ALVAREZSAURIDAE



Mononykus

Küçük, iki ayak üstünde yürüyen, uzun bacaklı maniraptoranların (2 m'ye kadar büyürlerdi) şaşırtıcı derecede özelleşmiş bu grubun, erken ve daha az özelleşmiş fosillerin eksikliğinden ötürü sınıflandırması kesin değildir. Grup üyelerinin küçük ama güçlü ön uzuvları, uzun çeneleri ve ufak dişleri vardı. En azından bir türün, *Shuvuuia*'nın, tüylü bir derisi vardı.

TROODONTIDAE



Troodon

Küçük, iki ayak üstünde yürüyen, hafif yapılı, boyu 2 m'yi bulan bu maniraptoran avcıların uzun elleri, testere gibi dişleri ve genişlemiş arka ayaklarında orak şeklinde pençeleri vardı. Geniş göz çukurları ve iyi gelişmiş kulaklarıyla en büyük beyinlerden birini -kuşlar dışındaki dinozorlar arasında göreceli olarak- taşıyanlar da yine onlardı. Grup, dişlerinin ve kafatasının özellikleriyle tanımlanır.

DROMAEOSAURIDAE



Microraptor

Bu tüylü ve çevik etçillerin en büyüklerinin boyu 5 m'yi buluyordu; ancak iskelet özellikleri onları Avialae'ye yakın olarak konumlandırır. Ön ayaklarında keskin pençeli üç uzun parmakları vardı ve arka ayaklarında da en içteki geri çekilebilen üç pençe yer alıyordu.

AVIALAE
Kuşlar



Nycticorax

İlk olarak 1980'li yıllarda tanımlanan bu grup kanat çırparak uçmaya yarayan tüylü kanatları olan tüm dinozorları kapsar ve 9.700 tür kuşu içerir. *Archaeopteryx* ile yaşayan kuşların ortak özellikleri arasında kürekkemiğinin yapısı, uzuvların oranları ve yapısı, güdükleşmiş dişler ve uçmak için gelişmiş tüyler vardır.

MANIRAPTORA ◆

◆ MANIRAPTORIFORMES

MANIRAPTORIFORMES

Bu grup maniraptoranları, ornithomimosaurlar ile birleştirir. Jura'da yaşamış ortak bir atadan evrimleştikleri ama Geç Jura'da birbirlerinden ayrıldıkları düşünülür.

MANIRAPTORA

Maniraptoranlar, uzun, üç pençeli, gittikçe gerçek kuşların kanat benzeri yapılarına benzeyen elleriyle ayırt edilir. Ayrıca el bileğinin eklemlenmesine katkıda bulunan yarımay şeklindeki bir kemik de öteki özellikler arasında yer alır.

TÜYLERİN EVRİMİ

Günümüzdeki kuşların tüylerinin, kökü derinin altında bulunan bir orta eksen (orta damar) ile büyük tüyün kenarındaki çok sayıda küçük yumuşak tüyün çengellerle birbirine bağlandığı karmaşık bir yapısı vardır. Farklı tüy tipleri, -yumuşak tüylerden asimetrik uçuş tüylerine kadar çeşitlilik gösteren- değişik işlevler için özelleşmiştir. Gerçek tüylerin, basit, içi boş liflerin bir dizi uyarlanma geçirmesi sonucunda bu karmaşıklığa ulaştığı düşünülür. Olası ara aşamalar arasında, çok dallı tüyler ya da yalıtım için geliştirilen basit, kıl benzeri yapılar, daha sonra bunların ardından gelen süs tüyleri (büyük olasılıkla gösteriş için ortaya çıkmıştır) ile vücut hatlarındaki tüyler ve son olarak da bilinen ilk kuş *Archaeopteryx*'te de görüldüğü gibi asimetrik uçuş tüyleri yer almış olabilir.








SAHA ADLARI DİZİNİ

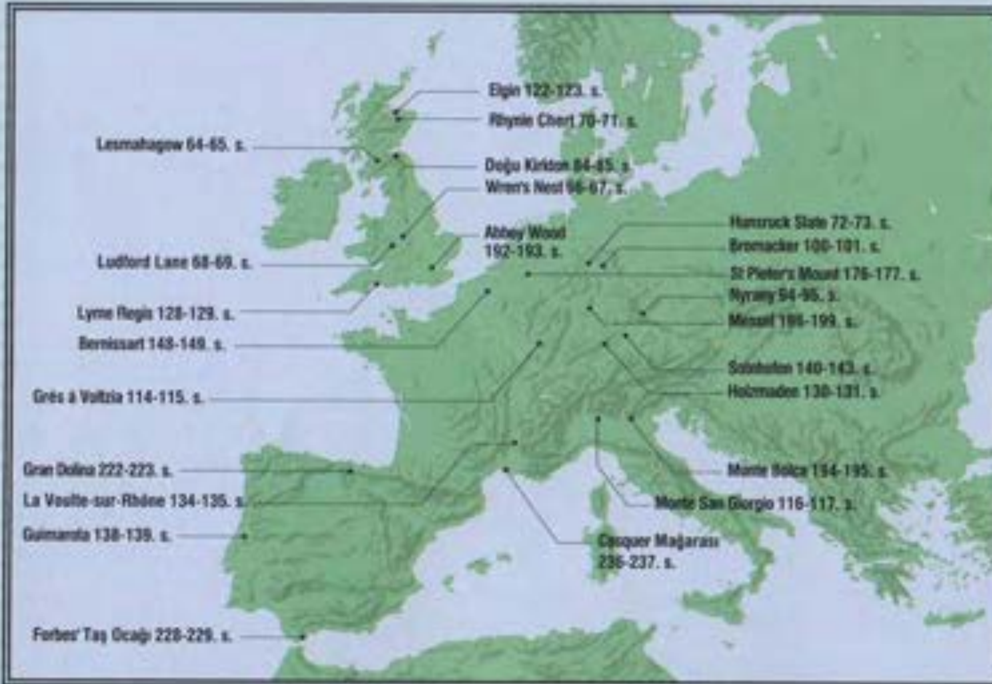
Herkesin ulaşabileceği maden ocaklarından tehlikeli mağaralara, anıtsal, çıplak jeolojik yapılardan kolayca gözden kaçabilecek gömülü tabakalara kadar dünyanın en önemli fosil sahaları önceki sayfalarda panoramik resimler şeklinde yeniden canlandırıldı. Bundan sonraki sayfalarda, birçoğu gerçekten etkileyici olan bu yerlerin hem geçmişine hem de bugünkü durumuna yönelik ve hem yaşamın tarihini hem de evrimini anlamamız açısından çok önemli bilgiler ayrıntılı olarak yer almaktadır.

SAHA ADLARI DİZİNİ

Dünyanın en önemli fosil sahalarının yeryüzündeki dağılımı kısmen jeolojik yapıya kısmen de şans eseri gelişen birtakım olaylara bağlıdır. Fosiller, yalnızca tortul kayaların oluştuğu yerlerde meydana gelir ve çok uzun dönemler boyunca korunabilir. Ancak üzerlerinde en çok çalışılan fosil sahalarının çoğunun hem amatör hem de akademik paleontologların kolayca ulaşabileceği bölgeler olan Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunması da rastlantı değildir. Başka bölgelerdeki sahaların ancak küçük bir bölümü 19. yüzyıldan beri biliniyor; çoğu son 20-30 yılda ortaya çıkartıldı. Dünyanın ulaşılması zor bölgelerinde pek çok fosil hazine de kuşkusuz hâlâ keşfedilmeyi bekliyor.







PALEONTOLOGLAR İŞBAŞINDA



Crato Formasyonu, Araripe Çanağı, Brezilya

Kotuikan Irmağı 46-47. s.

Putorana Platosu 108-109. s.

Shand Gol 206-207. s.

Volga Havzası 106-107. s.

Moskova Havzası 110-111. s.

Fergana Vadisi 118-119. s.

Magadan 232-233. s.

Khoovor 156-157. s.

Liaoning Eyaleti 150-155. s.

Zhoukoudian 224-225. s.

Ukhaa Tolgod 170-173. s.

Shanguang 200-201. s.

Fayum 202-203. s.

Daohugou 132-133. s.

Djurab Çölü 214-215. s.

Chengjiang 48-49. s.

Siwalik Tepeleri 212-213. s.

Rusinga Adası 210-211. s.

Olduvai 220-221. s.

Laetoli 216-217. s.

Flores 238-239. s.

Hughenden 164-165. s.

Tendaguru 136-137. s.

Gogo 74-75. s.

Strelley pool 36-39. s.

Nama Group 44-47. s.

Riversleigh 208-209. s.

Karoo Çanağı 96-97. s. 104-105. s.

Sterkfontein 218-219. s.

Avustralya glossopterid ormanları 102-103. s.

Soom Shale 62-63. s.

Ediacara Tepeleri 42-45. s.

Blombos Mağarası 226-227. s.

Flinders Range 40-41. s.

Willandra Gölleri 230-231. s.

Dinozor Koyu (Dinosaur Cove) 162-163. s.

Papatowai 244-245. s.


Karoo Çanağı, Güney Afrika


Messel, Darmstadt yakınları, Almanya


Gran Dolina Atapuerca, İspanya


Chengjiang, Yunnan Eyaleti, Çin

Grafit Zirvesi (Graphite Peak) 112-113. s.

ABBEY WOOD 192-193

Londra, İngiltere

54 milyon yıl önce

Abbey Wood'daki memeli kalıntıları kıyı fosil yatağından çıkartılanların yalnızca bir bölümünü oluşturur. Burada çok sayıda köpekbalığı dişinin yanı sıra, çeşitli balık kalıntıları da bulunmaktadır. Her kazı mevsiminin sonunda çukur yeniden kapatılır ve her yıl yeni bölümler açılır. Fosillerin çoğu ince eleklerle yapılan elemeler sırasında bulunmuştur. Sahaya, organize gruplar halinde amatör fosil avcıları da gelebilir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Coryphodon* Boreoeutheria
- ❷ *Ficus* Angiospermae
- ❸ *Paramys* Euarchontoglires
- ❹ *Palaeosinopa* Boreoeutheria
- ❺ *Apatemys* Boreoeutheria
- ❻ lauracean Angiospermae
- ❼ marinavis Neognathae
- ❽ *Ceriops* Angiospermae
- ❾ *Palaeonictis* Laurasiatheria
- ❿ *Cantius* Primates
- ⓫ *Oxyaena* Laurasiatheria
- ⓬ *Pliolophus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

BENTON, M.J. ve diğerleri, 2005. *Mesozoic and Tertiary Fossil Mammals and Birds of Great Britain*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough
COCKBURN, H. ve PALMER, D. 2008. *Fossil Detectives: Discovering Prehistoric Britain*. BBC Books, Londra

WEB SİTELERİ

www.abbeywood.ukfossils.co.uk
www.jnnc.gov.uk/GCRsiteaccount2903.pdf

AVUSTRALYA GLOSSOPTERID ORMANLARI 102-103

Queensland ve NSW, Avustralya

267-260 milyon yıl önce

Avustralya dünyanın dördüncü büyük kömür üreticisidir. Queensland ile New South Wales'te bulunan zengin kömür yataklarının büyük bölümü Geç Permiyen'den kalmadır. Bu bölgelerdeki kömür yataklarındaki kumtaşları ve şeyllerin arasında, bu kömürü yapan bitkilerin bol miktarda fosili bulunur. Bu fosillerin en iyi örneklerinden bazıları da Sidney'deki Avustralya Müzesi ve Melbourne'deki Victoria Müzesi gibi çeşitli müzelerde yer almaktadır.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Glossopteris* Gymnospermopsida
- ❷ *Phyllotheca* Sphenopsida
- ❸ *Glossopteris linearis* Gymnospermopsida
- ❹ *Plumsteadia* Gymnospermopsida
- ❺ *Ebanaqua* Actinopterygii
- ❻ *Sphenophyllum* Sphenopsida
- ❼ *Austraglossa* Gymnospermopsida
- ❽ *Dictyopterium* Gymnospermopsida
- ❾ *Sphenopteris* Sphenopsida

İLERİ OKUMA

WHITE, M. 1986. *The Greening of Gondwana: the 400 Million Year Story of Australia's Plants*. Kangaroo Press, Roseville, NSW

WEB SİTELERİ

www.ucmp.berkeley.edu/seedplants/pteridosperms/glossopterids.html
www.adonline.id.au/plantevol/tour/glossopterids.htm

BEAR GULCH 86-87

Montana, ABD

320 milyon yıl önce

İyi korunmuş balık fosilleriyle ünlü Bear Gulch kireçtaşları Orta Montana'nın Big Snowy dağlarında 70 km boyunca yüzeylenmiş durumdadır. Buradan çıkartılan en iyi fosillerin çoğu Missoula'daki Montana Üniversitesi 'nin Paleontoloji Merkezi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Allenypterus* Sarcopterygii
- ❷ *Caridosuctor* Sarcopterygii
- ❸ *Belantsea* Chondrichthyes
- ❹ *Falcatus* Chondrichthyes
- ❺ *Echinochimaera* Chondrichthyes
- ❻ Stethacanthus Chondrichthyes
- ❼ Paratarrasius Actinopterygii
- ❽ *Crangopsis* Crustacea
- ❾ *Harpagofututor* Chondrichthyes

İLERİ OKUMA

GROGAN, E. ve LUND, R. 2002. *The Geological and Biological Environment of the Bear Gulch Limestone and a Model for its Deposition*. Geodiversitas 24/2, 295
BOTTJER, D.J. ve diğerleri 2001. *Exceptional Fossil Presevation*. Columbia University Press, New York

WEB SİTELERİ

www.sju.edu/research/bear_gulch/
www.cas.umt.edu/paleontology/rc_beargulchlime.htm

BERNISSART 148-149

Belçika

128-125 milyon yıl önce

Bu yeraltı madeni artık suyla doludur ve erişilmez durumdadır. Ama buradan çıkartılan 10 *Iguanodon* iskeleti, sahanın jeoloji ve paleontolojisinin de ayrıntılı olarak anlatıldığı bir sunumla birlikte Brüksel'deki Belçika Kraliyet Doğa Bilimleri Enstitüsü'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Iguanodon atherfieldensis* Ornithischia
- ❷ *Ornithocheirus* Pterosauria
- ❸ *Iguanodon bernissartensis* Ornithischia

İLERİ OKUMA

NORMAN, D.B. 1980. *On the Ornithischian Dinosaur Iguanodon bernissartensis from the Lower Crecateous of Bernissart (Belgium)*. Memoire No. 178. L'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Brussels

WEB SİTESİ

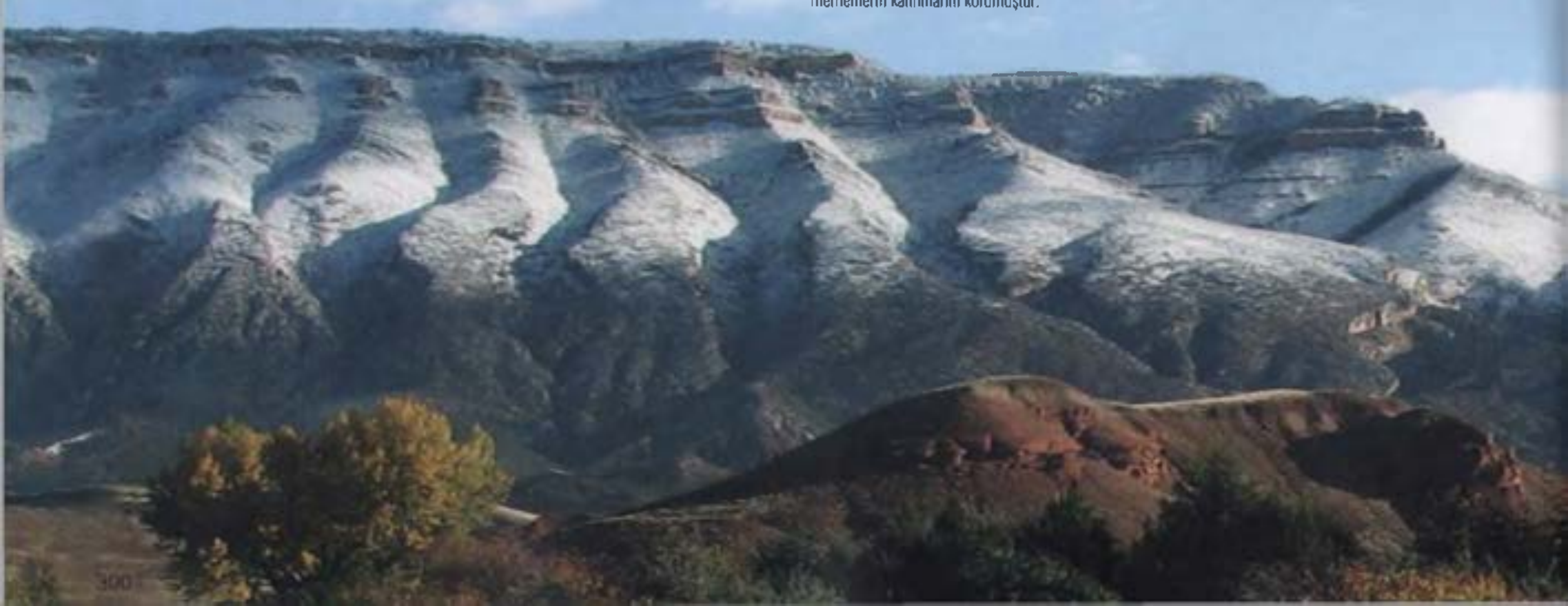
www.naturalsciences.be/museum/dinosaurs

BIGHORN ÇANAĞI 188-189

Wyoming, ABD

54 milyon yıl önce

Kuzey Amerika'nın batısında arka arkaya sıralanmış bir dizi tabakada, Erken Eosen'in Wasatchian faunalarından (yaklaşık 54 myö) Orta Eosen'in Bridger faunalarına ve daha yakın Uinta ve Duchesne faunalarına kadar, Eosen memeli faunalarının evrimi kayıtlıdır. Wasatchian biyotası, Wyoming'in



Bighorn Çanağı Wyoming'in tortul çanağının "dilimlenmiş pasta" stratigrafisi, arka arkaya dizili Erken Kenozoyik tabakalarını ve hızla değişen ilk memelilerin kalıntılarını korumuştur.

kuzeybatısındaki Clarks Fork ve Orta Bighorn çanaklarındaki Willwood Formasyonu tabakalarında korunmuş durumdadır. Bu yarı kurak bölgeler boyunca, özellikle dişler ve çene kemiklerinden oluşan ve çoğunlukla parçalı iskelet kalıntılarını içeren çok sayıda saha vardır. Buralardan çıkartılan kalıntıların bir bölümü New Haven'daki Yale Peabody Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Miacis* Laurasiatheria
2. *Arfia* Laurasiatheria
3. *Hyopsodus* Laurasiatheria
4. *Platanus* Angiospermae
5. *Didymictis* Laurasiatheria
6. *Cantius* Primates
7. *Hyracotherium* Laurasiatheria
8. *Diacodexis* Laurasiatheria
9. *Celtis* Angiospermae
10. *Phenacodus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

HEINRICH, R.E. ve diğerleri 2008. *Earliest Eocene Miacidae (Mammalia: Carnivora) from Northwestern Wyoming*. Journal of Paleontology 82, 154-162

WING, S.L. ve diğerleri 1995. *Plant and mammal diversity in the Paleocene to Early Eocene of the Bighorn Basin*. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology 115, 117-155. s.

WEB SİTESİ

www.geo-sciences.com/dinofossils.htm

BLOMBOS MAĞARASI 226-227

Güney Afrika

75.000 yıl önce

Güney Afrika'nın fırtınalı güney sahillerinde, günümüzde deniz düzeyinden 100 m yukarıda kalmış olan Blombos mağarasını 1991'de New York State Üniversitesi'nden Cristopher Henshilwood keşfetmişti. Mağaradaki kalıntılar 55 m²'lik bir alanda birkaç metre derinliğe dağılmış durumdadır. Kalıntıların üzeri, mağarada kimsenin yaşamadığı 70.000 yıl öncesi ile 2.000 yıl öncesi arasında, mağaranın ağzını kısmen kapatan bir kumuldan rüzgârın taşıdığı kumlarla örtülmüş durumdadır ve bu sayede zarar görmeden günümüze kadar gelmiştir.

TÜR VE ALET LİSTESİ

1. renkli tebeşir taşı
2. kemik aletler
3. taştan uçlar
4. *Nassarius kraussianus* Mollusca
5. *Homo sapiens* Hominidae
6. *Procavia* Afrotheria
7. *Syncerus* Laurasiatheria
8. delphinid Laurasiatheria
9. *Raphicercus* Laurasiatheria
10. *Lepus* Euarchontoglires
11. *Antidorcas* Laurasiatheria
12. *Taurotragus* Laurasiatheria
13. *Arctocephalus pusillus* Laurasiatheria

WEB SİTESİ

www.svf.uib.no/sfu/blombos/index.htm

BROMACKER 100-101

Gotha, Almanya

290 milyon yıl önce

Bromacker'da terk edilmiş bir kumtaşı ocağında 1993'ten beri sürdürülen kazılar Permiyen ekosistemine ışık tutuyor. Çıkartılan birçok örneğin bir benzerinin olmayışı bir tarafa, fosillerin çoğu daha önce ABD dışında bilinmiyordu. Bu nedenle kazılar Carnegie Doğa Tarihi Müzesi ile California Üniversitesi tarafından ortaklaşa yapılıyor. Ortaya çıkartılanlar da Gotha'daki Doğa Müzesi ile Pittsburgh'daki Carnegie Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

1. *Diadectes* Reptilia
2. *Eudibamus* Reptilia
3. *Dimetrodon* Synapsida
4. *Seymouria* Reptilia
5. *Syscioblatta* Hexapoda

WEB SİTELERİ

www.carnegiemnh.org/research/eudibamus/index.html

www.epilog.de/dokumente/show/ausstellung/prehistoric/Gotha_ursaurier.htm

BURGESS SHALE 56-57

British Columbia, Kanada

510 milyon yıl önce

Yoho Ulusal Parkı'nın yüksek kesimlerinde yer alan bu Dünya Mirası Sahası 1981'den beri koruma altındadır ve buraya ancak Burgess Shale Yerbilimleri Vakfı'nın izniyle girilebilir. Ancak yakınlardaki bir ziyaretçi merkezinde, sahayla ilgili bir sergi yer almaktadır. Asıl fosil koleksiyonları da Toronto'daki Ontario Müzesi'nde, British Columbia'daki Field'daki Field Ziyaretçi Merkezi'nde ve Washington'daki Smithsonian Enstitüsü'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Pikaia* Chordata
2. *Opabinia* Arthropoda
3. *Thaumaptilon* Cnidaria
4. *Yohoia* Arthropoda
5. *Odontogriphus* Mollusca
6. *Dinomischus* bilinmiyor
7. *Marrella* Trilobita
8. *Aysheaia* Arthropoda
9. *Vauxia* Porifera
10. *Sidneyia* Arthropoda
11. *Olenoides* Trilobita
12. *Canadaspis* Arthropoda
13. *Anomalocaris* Arthropoda
14. *Wiwaxia* Mollusca
15. *Canadia* Polychaeta
16. *Pirania* Porifera
17. *Hallucigenia* Arthropoda
18. *Ottoia* Priapulida
19. *Eldonia* bilinmiyor
20. *Ctenorhabdotus* Ctenophora

İLERİ OKUMA

GOULD, S.J. 1989. *Wonderful Life*. Hutchinson Radius, Londra

CONWAY MORRIS, S. 1998. *Crucible of Creation*. Oxford University Press, Oxford

WEB SİTELERİ

www.burgess-shale.bc.ca

www.ucmp.berkeley.edu/cambrian/burgess.html

CHENGJİANG 48-49

Yunnan Eyaleti, Çin

520 milyon yıl önce

Çin'in güneybatısında Chengjiang dolaylarındaki Yangzi bölgesine dağılmış çok sayıda sahada, aralarında birçok yeni canlı türününkilerin de bulunduğu binlerce fosil çıkartılmıştır. Çıkartılanların çoğu Yunnan Üniversitesi'ndeki Chengjiang Biyotası araştırma merkezinde ve Çin Halk Cumhuriyeti Academica Sinica'nın Nançing Jeoloji ve Paleontoloji Enstitüsü'nde incelenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Retifacies* Trilobita
2. *Kumaia* Trilobita
3. *Quadrolaminiella* Porifera
4. *Eldonia* bilinmiyor
5. *Anomalocaris* Arthropoda
6. *Longtancunella* Brachiopoda
7. *Archisaccophyllia* Cnidaria
8. *Canadaspis* Arthropoda
9. *Haikoucaris* Chelicerata
10. *Paraleptomitella* Porifera
11. *Myllokunmingia* Chordata
12. *Paucipodia* Arthropoda
13. *Paraselkirkia* Priapulida
14. *Hallucigenia* Arthropoda

İLERİ OKUMA

JUNYAN CHEN ve diğerleri 1997. *The Cambrian Explosion and the Fossil Record*. National Museum of Natural Science. Taichung, Tayvan

HOU XIAN-GUANG ve diğerleri 1999. *The Chengjiang Fauna*. Yunnan Science and Technology Press, Çin

HOU XIAN-GUANG ve diğerleri 2004. *The Cambrian Fossils of Chengjiang, China*. Blackwell Publishing, Oxford

WEB SİTELERİ

www.peripatus.gen.nz/paleontology/lagChengjiang.html

www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/Chengjiang.htm

COSQUER MAĞARASI 236-237

Marsilya, Fransa

18.500 yıl önce

Çok güzel mağara resimlerinin bulunduğu bu mağaraya günümüzde yalnızca deneyimli dalgıçlar, ağzı denizin yüzeyinden 37 m derinde bulunan 175 m'lik bir tünelden geçerek ulaşabiliyor. Ne var ki mağara hem bir kitapla hem de web sitesiyle oldukça iyi tanıtılıyor.

TÜR VE ALET LİSTESİ

- ❶ mağara dekoru
- ❷ *Ibex* Laurasiatheria
- ❸ *Equus* Laurasiatheria
- ❹ *Megaloceros* Laurasiatheria
- ❺ *Bison* Laurasiatheria
- ❻ *Sterna paradisaea* Neognathae
- ❼ *Homo sapiens* Hominidae
- ❽ *Pinguinus* Neognathae
- ❾ *Monachus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

CLOTTES, J. ve COURTIN, J. 1996. *The Cave Beneath the Sea: Paleolithic Images at Cosquer*. Harry N. Abrams, Inc., New York

WEB SİTESİ

www.bradshawfoundation.com/cosquer/

CRATO FORMASYONU 158-161

Araripe Çanağı, Kuzeydoğu Brezilya

112 milyon yıl önce

Adını, Crato kentinden alan bu kaya tabakaları, Brezilya'nın kuzeydoğusunda bulunan 800 m yükseklikteki Chapada do Araripe platosunun kenarında yüzeylenmiştir. Buradaki kireçtaşları çimento üretmek ve kaldırım taşı olarak kullanılmak amacıyla ticari olarak çıkartılmaktadır. Bu madencilik etkinliği Nova Olinda Member olarak bilinen ve altta yatan yapraklı yapışkan kireçtaşlarına odaklanmıştır. Dünyanın her yanına ihraç edilen, hayret verici miktarda, çok iyi korunmuş ve değerli fosil, çok sayıda küçük kazıda çıkartılmıştır. Fosillerin bu çeşitliliği sayesinde çiçekli bitkilerin Orta Kretase'deki yayılımı ve onların tozlaşmasını sağlayan böceklerle birlikte geçirdiği evrim çok güzel kaydedilmiştir. Burasının dünyadaki en çeşitli Kretase karasal ekosistemi olduğu anlaşılmıştır. Yalnızca 20 yıl içinde 200 dolayında yeni tür keşfedilmiş ve betimlenmiştir. Buradan çıkartılan fosiller dünyadaki büyük müzelerde ve özellikle de Brezilya'daki Ceara'da bulunan Santana do Cariri Paleontoloji Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ 158-159

- ❶ *Welwitschiostrobus* Gymnospermopsida
- ❷ *Irritator* Theropoda
- ❸ *Santanmantis* Hexapoda
- ❹ *Ruffordia* Filicopsida
- ❺ *Tapejara* Pterosauria
- ❻ *Baeocossus* Hexapoda
- ❼ nymphaealean Angiospermae
- ❽ *Cretofedtschenkia* Hexapoda
- ❾ belostomatid Hexapoda
- ❿ *Lindleycladus* Coniferopsida
- ⓫ *Cretaraneus* Chelicerata
- ⓬ *Tettagalma* Hexapoda
- ⓭ *Ludodactylus* Pterosauria
- ⓮ *Dastilbe* Actinopterygii

TÜR LİSTESİ 160-161

- ❶ myrmeliontid Hexapoda
- ❷ ephedroid (dişi) Gymnospermopsida
- ❸ *Baisopardus* Hexapoda
- ❹ *Cladocyclus* Actinopterygii
- ❺ *Protoischnurus* Chelicerata
- ❻ *Tapejara* Pterosauria
- ❼ *Cratoraricrus* Uniramia
- ❽ *Britopygus* Chelicerata
- ❾ *Araripeliupanshania* Hexapoda
- ❿ *Susisuchus* Crocodyliformes
- ⓫ ephedroid (erkek) Gymnospermopsida
- ⓬ *Arariphyrnus* Lissamphibia
- ⓭ *Ruffordia* Filicopsida

İLERİ OKUMA

MARTILL, D.M. ve diğerleri 2007. *The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World*. Cambridge University Press, Cambridge

SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra (*bkz.* 11. Bölüm)

WEB SİTESİ

www.unb.br/ig/sigep/sitio005/sitio005english.htm

ÇILGIN DAĞI (CRAZY MOUNTAIN) 180-181

Montana, ABD

63 milyon yıl önce

Kretase'den Paleojen'e geçişte yer alan karasal omurgalıların evriminin kaydedildiği tabakalar, Montana'dan Alberta'ya kadar Amerika'nın kuzeybatısındaki geniş alanlarda çok sayıda sahada yüzeylenmiştir. Montana'daki Çılgın Dağı (Crazy Mountain) Çanağı'ndaki Fort Union Beds'ten çıkartılan Torrejonian memeli faunası 1901'de keşfedilmiştir. Birkaç sahadan çıkartılanlarla büyük bir koleksiyon oluşturulmuştur. Çanak'taki tabakalar Torrejonian, Tiffanian ve Clarkforkian yaşlarını içine alan Paleosen'in 10 milyon yılının büyük bölümünden fosiller içermektedir. Fosillerin yaşları, tarihlendirilebilen ve 600.000-700.000 yıl kadar kısa bir döneme sıkışabilen kaya birimlerince iyi sınırlandırılmıştır. Bazı yerlerde memeli fosillerine çok bol rastlanmaktadır; gerçi bunların çoğu ufalanmış kemikler ve dişler şeklindedir. Bölgeden çıkartılan fosiller Pittsburgh'daki Carnegie Doğa Tarihi Müzesi'nin, Lawrence'taki Kansas Üniversitesi Doğa Tarihi Müzesi'nin ve Kanada Ottawa'daki Ulusal Doğa Bilimleri Müzesi'nin de aralarında bulunduğu çok sayıda müzede sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Conoryctes* Boreoeutheria
- ❷ *Platanus* Angiospermae
- ❸ *Ptilodus* Mammalia
- ❹ *Stilpnodon* Boreoeutheria
- ❺ *Rhamnus* Angiospermae
- ❻ *Plesiadapis* Primates
- ❼ *Didymictis* Laurasiatheria
- ❽ *Vitis* Angiospermae
- ❾ *Chriacus* Laurasiatheria
- ❿ *Taxodium* Coniferopsida
- ⓫ *Pantolambda* Boreoeutheria
- ⓬ *Prodiacodon* Boreoeutheria

İLERİ OKUMA

SIMPSON, G.G. 1937. *The Forth Union of the Crazy Mountain Field Montana and its Mammal Faunas*. Smithsonian Istitution Bulletin 169, Washington.

DAOHUGOU 132-133

İç Moğolistan, Çin

171-164 milyon yıl önce

Kısa süre önce, İç Moğolistan'daki Daohugou'daki bir zamanların tatlı su göl ve ırmak yataklarında yumuşak dokularıyla eşsiz bir biçimde korunmuş bir dizi memeli, ikiyaşayışlı ve böcek fosili bulundu. Bu sahada çalışan bilim insanlarının çoğu, fosillerin Orta Jura'dan (yaklaşık 164 myö) kaldığını düşünüyor. Ama tarihlendirme konusunda birtakım tartışmalar yaşanıyor; çünkü kimileri de fosillerin Geç Kretase (yaklaşık 130 myö) kadar yakın bir dönemden bile kalmış olabileceği görüşünde. Buradan çıkartılan fosiller Çin'in Liaoning Eyaleti'ndeki Jinzhou Kenti'nde bulunan Paleontoloji Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

- *Leptolingia* Hexapoda
- *Pseudotribos* Mammalia
- *Volaticotherium* Mammalia
- *Mongolbittacus* Hexapoda
- cryptobranchoid Lissamphibia
- *Quadraticossus* Hexapoda
- *Chunerpeton* Lissamphibia
- *Castorocauda* Mammalia
- *Grammolingia* Hexapoda
- *Pedopenna* Theropoda

İLERİ OKUMA

ZHE-XI LUO ve diğerleri 2007. Nature (1 Kasım) 93-97. sayfalar

MENG, J. ve diğerleri 2006. *A Mesozoic Gliding Mammal from Northeastern China*. Nature (14 Kasım) 889-893. Sayfalar

QIANG JI ve diğerleri 2006. *A Swimming Mammaliaform from the Middle Jurassic*. (24 Şubat) Science 1123-1127. sayfalar

WEB SİTESİ

www.wikipedia.org/wiki/daohugou_beds

DİNOZOR KOYU (DINOSAUR COVE) 162-163

Victoria, Avustralya

110 milyon yıl önce

Dinosaur Cove'un etkileyici fosil yatakları, falezlerin yüksek kesimlerinde bulunduğundan yalnızca profesyonel paleontologların erişimine izin veriliyor. 1980'li ve 1990'lı yıllarda yürütülen kazı çalışmalarının liderliğini Thomas ve Patricia Rich yapmıştı. O zamanlar yatakları gün yüzüne çıkartmak için bazı madencilik yöntemlerinden ve birtakım patlatma ekipmanından yararlanılmıştı. Artık yatakların iyice incelendikleri düşünülüyor. Bu sıra dışı Avustralya dinozorlarının fosillerinin çoğu, Melbourne'deki Victoria Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

- sphenopterid Filicopsida
- *Bishops* Monotremata
- *Gingkoites australis* Ginkgoales
- *Leaellynasaura* Ornithischia
- sphenopterid Filicopsida
- *Koolasuchus* Temnospondyl
- *Taeniopteris* Cycadophyta

İLERİ OKUMA

RICH, T.H. ve VICKERS-RICH, 2000. *The Dinosaurs of Darkness*. University of Indiana Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.museumvictoria.com.au/history/dinosaur.htm
www.museumvictoria.com.au (omurgalı paleontolojisi koleksiyonuna götüren linkleri izleyin)

Crato Formasyonu Brezilya'daki Crato ve onunla bağlantılı Sanatana tabakalarında dünyadaki en büyük fosil hazinelerinden biri bulunmaktadır –burada birçok eksiksiz fosilin yanı sıra, hiç bozulmamış bazı yumuşak dokular da vardır–.

DJURAB ÇÖLÜ 214-215

Çad

7 milyon yıl önce

Fransız paleontolog Alain Beauvilain'in Çad'ın batısındaki Djurab Çölü'ne Temmuz 2001 ile Mart 2002 arasında düzenlediği bir dizi bilimsel keşif gezisi sırasında, üç ayrı sahada parçalar halinde *Sahelanthropus tchadensis*'in fosilleri bulundu. Çölün kesintisiz erozyon ve kuma gömme-çıkartma süreçleri sayesinde, daha önce ve daha yeşil bir dönemden kalan fosiller, kendiliğinden yüzeye çıkmış olarak bulunabiliyor. Yine de o fosilleri fark etmek için bir uzman bakışı gerekli oluyor; buluntuların stratigrafik içeriğini değerlendirmek için daha da fazla uzmanlık gerekiyor –aslında *Sahelanthropus* buluntularıyla ilgili tartışmaların nedeni de budur.

TÜR LİSTESİ

- *Ictitherium* Laurasiatheria
- *Sahelanthropus* Hominidae
- *Machairodus* Laurasiatheria
- *Anancus* Afrotheria
- *"Macrotermes"* Hexapoda
- *Hipparion* Laurasiatheria
- *Orycteropus* Afrotheria
- *Hexaprotodon* Laurasiatheria
- *Nyanzachoerus* Laurasiatheria
- *Kobus* Laurasiatheria
- cercopithecoid Anthropoidea
- *Sivatherium* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

BEAUVILAIN, A. 2003. *Toumaï, l'aventure humaine*. La Table Ronde, Paris

GIBBONS, A. 2006. *The First Human: the Race to Discover Our Earliest Ancestors*. Doubleday, New York

WEB SİTELERİ

www.toumai.site.voila.fr/index.html
www.sahelanthropus.com/

EDIACARA TEPELERİ 42-45

Flinders Range, Avustralya

575-545 milyon yıl önce

Adelaide'ın 400 km kuzeyindeki Flinders Chase Ulusal Parkı'nda bulunan bu klasik saha artık Ediacara Fosil Rezervi Paleontoloji Sahası olarak biliniyor. Ediacara topluluğu olarak bilinen çok eski ve etkileyici fosillerin birçoğunun ilk kez betimlendiği yer burasıdır. Bu fosillerin çoğu Adelaide'deki Güney Avustralya Müzesi ile Perth'teki Batı Avustralya Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ 42-43

- *Spriggina* "Ediacara"
- *Dickinsonia* "Ediacara"
- *Tribrachidium* "Ediacara"
- *Cyclomedusa* "Ediacara"

TÜR LİSTESİ 44-45

1. *Dickinsonia* "Ediacara"
2. *Tribrachidium* "Ediacara"
3. *Charniodiscus* "Ediacara"
4. *Phyllozoon* "Ediacara"

İLERİ OKUMA

MCMENAMIN, A.S. 1998. *The Garden of Ediacara*. Columbia Unverstity Press, New York

WEB SİTELERİ

www.ucmp.berkeley.edu/vendian/mistaken.html
www.ucmp.berkeley.edu/vendian/ ediacara.html
www.environment.gov.au/heritage/places/national/ediacara/

ELGIN 122-123

Moray, İskoçya

220 milyon yıl önce

Elgin sahasının büyük bölümü artık Özel Bilimsel İlgi Sahası olarak yasal koruma altında bulunuyor. Bölgedeki fosil keşifleri ve özgün tetrapod izlerinin bulunması hâlâ sürüyor. Ticari ocak işletmeciliği etkinlikleri, zaman zaman yeni izlerin yeraltından çıkmasına neden oluyor. Ama ne yazık ki koruma altında olmayan bazı ayak izleri birtakım "toplayıcı"ların iz parçalarını kendileri için alıp götürmesi nedeniyle tahrip olmuş durumda. Elgin'de bulunanlar ve korunabilmiş bazı izler, Edinburgh Kraliyet Müzesi'nde, Glasgow'daki Hunterian Müzesi'nde ve Elgin Müzesi'nde görülebilir.

TÜR LİSTESİ

1. *Ornitosuchus* Archosauria
2. *Stagonolepis* Archosauria
3. *Hyperodapedon* Archosauria
4. *Scleromochlus* Archosauria

İLERİ OKUMA

FRASER, N. 2006. *Dawn of the Dinosaurs: Life in the Triassic*. Indiana University Press, Bloomington (*bkz*. 8. Bölüm)

WEB SİTELERİ

www.gla.ac.uk/~gxha14/elgin.html
www.elginmuseum.org.uk

ELLESMERE ADASI 78-79

Arktik Kanada

380 milyon yıl önce

Kısa süre önce keşfedilen ilk tetrapod *Tiktaalik*, Kanada'nın Arktik Yarımadası dolaylarındaki Ellesmere Adası'nın uzak ve ulaşılması güç bir yerinde bulunmuştur. Bu keşif, yüzeye çıkmış Devoniyen kayalarında yürütülen planlı ve yoğun bir arama çalışmasının sonucunda gerçekleştirilmiştir. Keşfi, ABD'deki bir dizi bilimsel kuruluşa mensup ve bölgeye birkaç yıl içinde defalarca giden Chicago Üniversitesi'nden Neil Shubin'in liderliğindeki bir paleontologlar ekibi yapmıştır.

TÜR LİSTESİ

1. *Tiktaalik* Sarcopterygii
2. *Laccognathus* Sarcopterygii
3. *Asterolepis* Gnathostomes

İLERİ OKUMA

DAESCHLER E.B., SHUBIN, N.H. ve JENKINS, F.A. JR. 2006. *A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan*. Nature (6 Nisan), 757-763. sayfalar
HOLMES, B. 2006. *Meet your ancestor*. New Scientist (9 Eylül) 35-39. sayfalar
SHUBIN, N.H. 2008. *Your Inner Fish*. Allen Lane, Londra

WEB SİTELERİ

www.devoniantimes.org/Order/re-tiktaalik.html
www.geolsoc.org.uk/template.cfm?name=Daeschler

FAYYUM 202-203

Mısır

34 milyon yıl önce

Fayyum çöküntüsündeki fosiller 19. yüzyılın ortasından beri biliniyor. Önemli erken primatlardan bazılarının da aralarında bulunduğu kara memelilerinin fosilleriyse 1901'den bu yana çıkartılıyor. İlkel cetacean *Basilosaurus*'un kalıntılarının bulunduğu Vadi el-Hatan (Balinalar Vadisi) UNESCO tarafından Dünya Mirası Sahası olarak belirlenmiştir. Ancak çanağın başka bölgeleri kısa süre önce turizm için tahsis edilmiştir. Bölgeden çıkartılan fosiller Kahire Jeoloji Müzesi'nde, New Haven'daki Yale Peabody Müzesi'nde ve Kuzey Carolina'daki Duke Üniversitesi Primat Merkezi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Ardea* Neognathae
2. *Sarothrura* Neognathae
3. *Apidium* Anthropoidea
4. *Phiomia* Afrotheria
5. *Aegyptopithecus* Primates
6. *Epipremnum* Angiospermae
7. *Arsinotherium* Afrotheria
8. *Pandion* Neognathae
9. *Actophilornis* Neognathae
10. *Moeritherium* Afrotheria
11. *Nyctiocorax* Neognathae
12. *Balaeniceps* Neognathae
13. *Haliaeetus* Neognathae

İLERİ OKUMA

BEARD, C. 2004. *The Hunt for the Dawn Monkey: Unearthing the Origins of Monkeys, Apes, and Humans*. California University Press, Berkeley (*bkz*. 4. Bölüm)

WEB SİTESİ

www.fossils.duke.edu/research/egypt.html

FERGANA VADİSİ 118-119

Kırgızistan

228 milyon yıl önce

Triyas Devri böcek fosilleri açısından dünyanın en zengin fosil yataklarından biri Orta Asya'daki Kırgızistan'ın Fergana bölgesindedir. 1960'lı yıllardan beri Rus paleontologlar bu uzak ve ulaşılması güç çöl bölgesine çok sayıda keşif gezisi düzenlemiştir. Binlerce bitki ve böcek fosiliyle az sayıda tetrapod fosili ortaya çıkartmışlardır. Çıkartılan fosillerin çoğu Moskova'daki Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji Enstitüsü'ndedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Notocupoides* Hexapoda
2. *Hadeocoleus* Hexapoda
3. *Saurichthys* Actinopterygii
4. *Longisquama* Diapsida
5. *Podozamites* Coniferopsida
6. *Sharovipteryx* Archosauria
7. *Axioxyela* Hexapoda
8. *Madygenia* Cynodontia
9. *Gigatitan* Hexapoda

İLERİ OKUMA

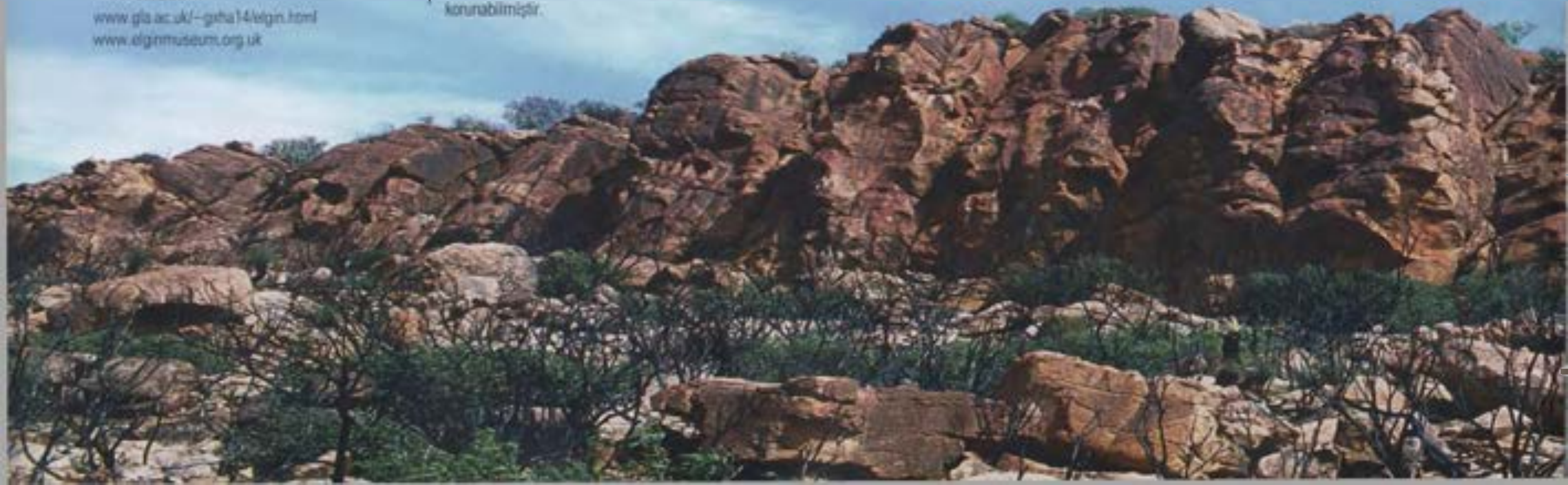
FRASER, N. 2006. *Dawn of the Dinosaurs*. Indiana University Press, Bloomington (*bkz*. 6. Bölüm)

FLINDERS RANGE 40-41

Güney Avustralya, Avustralya

647-635 milyon yıl önce

Prekambriyen'deki "Kartopu Dünya" buzullaşmasının yaygın kabul gören kanıtlarından bir bölümü Güney



Flinders Range Çok eski olmalarına karşın, Flinders Range'in Ediacara Tepeleri'ndeki Prekambriyen tabakalarında garip görünüşlü, yumuşak dokulu birçok canlının tortul kalıpları korunabilmiştir.

Avustralya'daki bazı sahalarda bulunmuştur. Flinders Chase Ulusal Parkı'ndaki birtakım sıra dışı jeolojik özelliklerden, yaklaşık 640 myö buzul örtülerinin ekvatora yakın enlemlere kadar bütün Dünya'yı kapladığı, bir iklim krizinin yaşandığı anlaşılıyor.

KORUNABİLMİŞ JEOLOJİK KANITLAR

❶ düşmüş kayalar

İLERİ OKUMA

WALKER, G. 2003. *Snowball Earth*. Bloomsbury, Londra

WEB SİTELERİ

www.environment.sa.gov.au/parks/sanpr/flindersranges/
www.ga.gov.au/servlet/BigObjFileManager?bigobjid=GA7517

FLORES 238-239

Endonezya

18.000-15.000 yıl önce

2003'te Flores Adası'nda çalışan Avustralyalı ve Endonezyalı bilim insanlarından oluşan bir ekibin "Flores insanı"nı bulması, son yıllardaki en tartışma yaratan keşiflerden biri olmuştur. Liang Bua mağarasının tabanındaki 12 m kalınlıktaki kireçtaşı tabakasında, yedi yetişkin bireye ait kalıntılar ve birtakım başka kemiklerle birlikte taş aletler -18.000 yıl öncesine kadar 75.000 yıl boyunca kullanılmış olan mağaraya saçılmış halde- bulundu. Kemikler zemin suyunun içinde kaldıklarından fosilleşmemiş ama çok kırılganlaşmışlardı; bu nedenle kazıları yürütmek çok zor oldu. Keşfin duyurusunun ardından bilim camiası ikiye bölündü: Bir yanda "Flores insanı"nın yeni bir insan türü olduğunu savunanlar, öte yandaysa onun yalnızca *Homo sapiens*'in kısa kalmış bir biçimi olduğunu düşünenler vardı. Endonezyalı paleoantropolog Teuku Jacob'ın fosilleri "kaçırması" ve kalıplarını çıkartırken onlara zarar vermesi de tartışmaları dindirmedi. Politik çabalarla da fosillere ulaşılamadı. Fosillerin bilimsel durumuna yönelik tartışma hâlâ sürüyor. Bu arada Liang Bua mağarası da kapatıldı. En son kazı 2007'de yapıldı.

TÜR LİSTESİ

❶ *Varanus komodoensis* Lepidosauria
❷ *Hipposideros* Laurasiatheria
❸ *Stegodon* Afrotheria
❹ *Homo floresiensis* Hominidae
❺ *Papagomys armandvillei* Euarchontoglires

İLERİ OKUMA

MORWOOD, M. ve VAN OOSTERZEE, P. 2007. *A New Human: The Startling Discovery and the Strange Story of the "Hobbits" of Flores, Indonesia*. Collins, New York

WEB SİTELERİ

erl.wustl.edu/research/imseg/hobbit.html
biology.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371%2Fjournal.pbio0040440&ct=1

FLORISSANT 204-205

Colorado, ABD

34 milyon yıl önce

Kazıların 19. yüzyıldan bu yana sürdürüldüğü Colorado'daki bu saha artık Florissant Fosil Yatakları Ulusal Anıtı olarak anılıyor (Missouri'deki kentle karıştırılmamalı). Taşlaşmış kızılağaç kütüklerinin birçoğu görülmeleri için açığa çıkartılmış durumda. Zaten sahada rehberli turlar düzenleyen ve oryantasyon bilgisi veren bir ziyaretçi merkezi de bulunuyor. Kazılar, turizm sezonu boyunca ziyaretçilere yönelik günlük sunuşlarla birlikte kontrollü olarak sürdürülüyor. Çok güzel korunmuş böcek fosillerinin birçoğu, sahadaki müzede sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

❶ charadriid Neognathae
❷ *Mesohippus* Laurasiatheria
❸ *Herpetotherium* Marsupialia
❹ *Mahonia* Angiospermae
❺ *Labiduromma* Hexapoda
❻ *"Bledius"* Hexapoda
❼ *Ephemera* Hexapoda
❽ *Oligodonta* Hexapoda
❾ *Rosa* Angiospermae
❿ *Marquettia* Hexapoda
⓫ *Prodryas* Hexapoda
⓬ *Heriades* Hexapoda
⓭ *Florissantia* Angiospermae
⓮ *Aphodius* Hexapoda
⓯ *Microstylum* Hexapoda
⓰ *Koelreuteria* Angiospermae
⓱ *Nephila* Chelicerata
⓲ *Merycoidodon* Laurasiatheria
⓳ *Myopodagrion* Hexapoda
⓴ *Amelanchier* Angiospermae
㉑ *Vanessa* Hexapoda
㉒ *Palaeovespa* Hexapoda
㉓ *Holcorpa* Hexapoda
㉔ *Megacerops* Laurasiatheria
㉕ *Syrphus* Hexapoda

İLERİ OKUMA

MEYER, H. 2003. *The Fossils of Florissant*. Smithsonian Books, Washington

WEB SİTESİ

www.nps.gov/flfo/

FOLSOM 242-243

New Mexico, ABD

10.500 yıl önce

Folsom'daki "kemik çukuru", kendi kendini yetiştirmiş, fosil meraklısı bir kovboy tarafından 1908'de bulunmuştu. George McJenkin, parçalanmış iskeletleri, ani bir selin Wild Horse Arroyo'da bir sel yatağı oluşturmasından sonra fark etti. Başka fosil koleksiyoncularının da ilgisini çekmeye çalıştı; ama sahanın uzak ve ulaşımının güç oluşu, 1922'de ölümüne dek burayla yalnızca McJenkin'in ilgilenmesine neden oldu. Kısa bir süre sonra yapılan karayolu sayesinde sahaya ulaşım kolaylaştı. McJenkin'in iki arkadaşı zaman zaman sahada kazı yapmayı sürdürdü. Bir çanta dolusu kemik ve birtakım başka buluntuyu Denver'daki Doğa Tarihi Müzesi'ne ancak 1926'da verdiler. Böylece sahanın gerçek değeri anlaşılmaya başlandı. Folsom fosilleri insanların Amerika'ya ilk ne zaman geldiğine yönelik bir tartışmanın odağı oldu. Bir bizonun kaburgaları arasında takılı kalmış ok ucu bulununca da Colorado Müzesi ve Amerikan Doğa Tarihi Müzesi kapsamlı ilk kazı çalışmalarına başladı. Sahadan çıkartılan fosiller ve aletler Folsom Müzesi'nde, New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde ve Denver Doğa ve Bilim Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR VE ALET LİSTESİ

❶ *Homo sapiens* Hominidae
❷ *Bison antiquus* Laurasiatheria
❸ folsom ucu/mızrağı

İLERİ OKUMA

MELTZER, D.J. 2006. *Folsom: New Archaeological Investigations of a Classic Paleoindian Bison Kill*. University of California Press, Berkeley
PRESTON, D. 1997. *Fossils and the Folsom Cowboy*. Natural History Magazine, Şubat

WEB SİTESİ

www.dmns.org/main/en/General/Exhibitions/content/folsompoint.htm



FORBES' TAŞ OCAĞI — 228-229

Cebelitarık

50.000 yıl önce

İspanya'nın güneyinde yer alan küçük ve kayalık Cebelitarık Yarımadası'nın denize bakan kıyılarında kireçtaşından dik falezler vardır. 19. yüzyıldan bu yana buradaki birçok mağaradaki Buzul Çağı çökellerinde kemikler ve taş aletler ortaya çıkartılmıştır. Çıkan örnekler Cebelitarık Müzesi'nde ve Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ VE ALET LİSTESİ

1. *Homo neanderthalensis* Hominidae
2. taş aletler
3. *"Oryctolagus"* Euarchontoglires
4. *Testudo graeca* "Reptilia"
5. *Mytilus* Mollusca
6. *Capra ibex* Laurasiatheria
7. *"Haliaeetus"* Neognathae
8. *Rhinoceros* Laurasiatheria
9. *Elephas* Afrotheria

İLERİ OKUMA

STRINGER, C. ve ANDREWS, P. 2005. *The Complete World of Human Evolution*. Thames & Hudson, Londra
STRINGER, C. ve diğerleri 2000. *Neanderthals on the Edge: 150th Anniversary Conference of the Forbes' Quarry Discovery, Gibraltar*. Oxbow Books, Oxford
WHYBROW, P. 2000. *Travels with the Fossil Hunters*. Cambridge University Press, Cambridge

WEB SİTELERİ

www.gib.gi/museum/gib%20neanderthals.htm
www.gibraltar.costaur/en/neanderthal.html

GHOST RANCH — 126-127

New Mexico, ABD

213 milyon yıl önce

New Mexico'daki Ghost Ranch'te bulunan Whitaker Quarry'den yüzlerce *Coelophysis* iskeleti çıkartılmıştır. Buradan çıkartılanlar New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi, Pittsburgh'daki Carnegie Enstitüsü, Arizona Flagstaff'taki Kuzey Arizona Müzesi ve Connecticut New Haven'daki Yale Peabody Müzesi gibi ABD'deki birçok müzede sergilenmektedir. Günümüzde sahada bir konferans merkezi ve yörenin jeolojisiyle ve fosillerle ilgili sergilerin yer aldığı Ruth Hall Müzesi bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ

1. *Coelophysis* Theropoda
2. *Araucarioxylon* Coniferopsida
3. *Semionotus* Actinopterygii
4. *Chinlea* Sarcopterygii
5. *Hesperosuchus* Crocodyliformes
6. *Rutiodon* Archosauria

İLERİ OKUMA

COLBERT, E.H. 1995. *The Little Dinosaurs of Ghost Ranch*. Columbia University Press, New York
FRASER, N. 2006. *Dawn of the Dinosaurs*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTESİ

geoinfo.nmt.edu/tour/landmarks/ghost_ranch/home.html

GOGO — 74-75

Canning Çanağı, Avustralya

384 milyon yıl önce

Batı Avustralya'nın kuzeyindeki uzak bir bölgede bulunan Canning Çanağı'ndaki yeryüzü şekilleri aslında Devoniyen'den kalma mercan resifleriyle bezeli bir deniz altı coğrafyasına aittir. Çok iyi korunmuş üçboyutlu balık fosilleri, ancak uzun süreli birtakım kimyasal hazırlık işlemlerinden sonra ortaya çıkartılabilmiştir. Bu fosillerin en iyi örneklerinden bazıları Perth'teki Batı Avustralya Müzesi'nde ve Melbourne'deki Victoria Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Bothriolepis* Gnathostomes
2. *Gogonasus* Sarcopterygii
3. *Moythomasia* Actinopterygii
4. *Eastmanosteus* Gnathostomes
5. *Campbellodus* Gnathostomes
6. *Holodipterus* Sarcopterygii
7. *Griphognathus* Sarcopterygii
8. *Onychodus* Sarcopterygii
9. stromatoporoid Porifera

İLERİ OKUMA

LONG, J.A. 1995. *The Rise of Fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore
LONG, J.A. 2006. *Swimming in Stone – the Amazing Gogo Fossils of the Kimberley*. Fremantle Arts Centre Press, Fremantle, Batı Avustralya

WEB SİTELERİ

www.ahc.gov.au/publications/geofossil/gogo.html
museumvictoria.com.au/CollectionsResearch/Our-Collections/Science-Collections/Paleontology/

GRAN DOLINA — 222-223

Atapuerca, İspanya

780.000 yıl önce

Gran Dolina'da bulunan 780.000 yaşındaki mağara fosilleri, bu mağara sisteminin kullanıldığı birkaç yüz bin yıl içinde yalnızca bir evreye ait kalıntılardır. Buradaki sahalar, demiryolu çalışmaları sırasında ortaya çıkartılmıştır. Sahalardaki bilimsel çalışmalara 1964'te başlanmıştır. 2000'de Atapuerca bir Dünya Mirası Sahası kabul edilmiştir. Günümüzde sahada özel olarak yapılmış bir ziyaretçi merkezi ve düzenli turların organize edildiği Arkeoloji Parkı bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ VE ALET LİSTESİ

1. *Homo antecessor* Hominidae
2. *"Equus altidens"* Laurasiatheria
3. *Bison voigtstedtensis* Laurasiatheria
4. aletler
5. *Stephanorhinus etruscus* Laurasiatheria
6. *Ursus* Laurasiatheria
7. *Marmota* Eurachontoglires
8. *Lynx* Laurasiatheria
9. *Eucladoceras giulii* Laurasiatheria
10. *Sus scrofa* Laurasiatheria
11. *Vulpes praeglacialis* Laurasiatheria
12. *Dama* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

CERVERA, J. 2001. *Atapuerca*. Plot Ediciones, Madrid

WEB SİTELERİ

www.atapuerca.com
www.amnh.org/exhibitions/atapuerca/index.php



BÜYÜK KANYON 246-247

Arizona, ABD

1,8 milyar yıl önce

Büyük Kanyon, dünyanın en büyük yeryüzü harikalarından biridir ve 1919'da kurulan Büyük Kanyon Ulusal Parkı'nın koruması altındadır. Kanyon'un boyutları devasadır: uzunluğu 448 km, genişliği ortalama 16 km ve en derin olduğu noktasında yüzeyle arasındaki mesafe de 1,6 km'dir. Büyük Kanyon'daki en yaşlı kayalar, iç boğazın tabanında yüzeylenmiş Vishnu Şistleri'dir. Turizm açısından önemli bir çekim merkezi olan Büyük Kanyon'da çok sayıda ziyaretçi merkezi ve çeşitli hizmet noktaları bulunmaktadır. Bunların sayısı özellikle Güney Ucu'nda artmaktadır. Bazıları bölgenin jeolojisine odaklanmış, rehberli tur düzenleyen birçok turizm şirketi faaliyet göstermektedir.

TÜR LİSTESİ

1. Tembelhayvan fosillerinin bulunduğu Kuvaterner yüzeyi
2. Kaibab Kireçtaşı (Orta Permiyen)
3. Coconino Kumtaşı (Orta Permiyen)
4. Supai Grubu (Pensilvaniyen-Erken Permiyen)
5. Redwall Kireçtaşı (Mississipiyen)
6. Temple Butte Kireçtaşı (Devoniyen)
7. Tonto Grubu (Kambriyen)
8. Mikrofosil içeren Prekambriyen başkalaşımları ve tabakaları

İLERİ OKUMA

BEUS, S. ve MORALES, M. 2002. *Grand Canyon Geology* (2. baskı). Oxford University Press, New York

WEB SİTELERİ

www.nps.gov/grca
3dparks.wr.usgs.gov/grandcanyon/

GRAFİT ZİRVESİ (GRAPHITE PEAK) 112-113

Antarktika

250 milyon yıl önce

Antarktika'daki Transantarktik Dağları'nın ortasında, 85° Güney enleminde yer alan Grafit zirvesi, yeryüzündeki ulaşılması en güç ve en çetin koşullu fosil sahalarından biridir. Burası aynı zamanda Antarktika'da Triyas omurgalılarının en yaşlılarının keşfedildiği yerdir.

TÜR LİSTESİ

1. *Thrinaxodon* Cynodontia
2. *Lystrosaurus* Therapsida
3. brachyopoid Temnospondyli
4. *Voltziopsis* Coniferopsida
5. *Prolacerta* Archosauria
6. *Procolophon* "Reptilia"

İLERİ OKUMA

RETALLACK, G.J. ve KRULL, E.S. 1999. *Landscape Ecological shift at the Permian-Triassic Boundry in Antarctica*. Australian Journal of Earth Sciences 46, 785-812. sayfalar

WEB SİTESİ

www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=8173&org=ANT&from=home (buradan Antarktika Dağları ile ilgili linkleri izleyin)

YEŞİL IRMAK (GREEN RIVER) 190-191

Wyoming, ABD

520 milyon yıl önce

Yeşil Irmak Formasyonu, Amerikan Ortabatısı'nda kapladığı 65.000 km²'lik alanla yeryüzündeki bilinen en büyük Paleojen göl çökeltisi birikim alanıdır. Butte Fosil Ulusal Anıtı, onun Wyoming Kemmerer'deki ziyaretçi merkezi ve yakınlardaki bazı ticari galeriler, Yeşil Irmak fosillerinin –kaplumbağalardan yılanlara, kuşlardan bitkilere ve böceklere kadar– olağanüstü çeşitliliğinin ve bolluğunun en iyi görüleceği yerlerdir. Ancak fosillerin büyük bir bölümü yalnızca bütün Kuzey Amerika'da değil, dünyadaki çeşitli koleksiyonlarda da görülebilir. Yerel yetkililerden alınan izinle çalışan ticari fosil yataklarındaki fosil arama çalışmaları hâlâ sürdürülmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Rhus* Angiospermae
2. *Limnofregata* Neognathae
3. *Sabalites* Angiospermae
4. *Heliobatis* Chondrichthyes
5. *Knightia* Actinopterygii
6. *Trionyx* "Reptilia"
7. *Borealosuchus* Crocodyliformes
8. *Amia* Actinopterygii
9. *Gallinuloides* Neognathae
10. *Presbyornis* Neognathae
11. *Typha* Angiospermae
12. *Icaronycteris* Laurasiatheria
13. *Onychonycteris* Laurasiatheria
14. *Boavus* Lepidosauria
15. *Uintatherium* Laurasiatheria
16. *Ailanthus* Angiospermae

İLERİ OKUMA

GRANDE, L. 1980. *Paleontology of the Green River Formation with a Review of the Fish Fauna*. Geological Survey of Wyoming Bulletin 63

NUDDS, J.R. ve SELDEN P.A. 2008. *Fossil Ecosystems of North America: A Guide to the Sites and their Extraordinary Biotas*. Manson Publishing, Londra (*bkz.* 11. Bölüm)

WEB SİTELERİ

www.nps.gov/fobu/expanded/index.htm
www.ucmp.berkeley.edu/tertiary/eoc/greenriver.html
www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/GreenRiverSite.htm

GRÈS À VOLTZIA 114-115

Vosges, Fransa

242 milyon yıl önce

Fransa'nın kuzeydoğusundaki Vosges Dağları'nın batı yamaçlarında çok sayıda sahada yüzeylenmiş 242 milyon yaşındaki Triyas tabakalarından binlerce böcek, bitki ve başka tatlı su canlısının fosili çıkartılmıştır. Bölgede hâlâ çalışan birçok maden ocağı bulunmaktadır. Bunlardan herhangi birine girebilmek için izin almak gerekmektedir. En iyi fosil örneklerinden bazıları Strasbourg'daki Louis Pasteur Üniversitesi'nin Grauvogel-Gall Koleksiyonu'nda yer almaktadır ama ne yazık ki halka açık değildir.

TÜR LİSTESİ

1. *Rosamygale* Chelicerata
2. blattodean Hexapoda
3. *Voltzia* Coniferopsida
4. scorpionid Chelicerata
5. myriapod Uniramia
6. *Antrimpos* Crustacea
7. *Progonionenus* Cnidaria
8. *Anomopteris* Filicopsida
9. *Limulitella* Chelicerata
10. *Dipteronotus* Actinopterygii
11. *Voltziaephemera* Hexapoda

İLERİ OKUMA

SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra (*bkz.* 7. Bölüm)

WEB SİTESİ

www.nps.gov/fobu/expanded/index.htm



Büyük Kanyon Colorado Platosu'nun görkemli panoramik manzarası, tortul tabakalar boyunca bir kilometreden çok aşağıya ve Dünya tarihinde de bir milyar yıl kadar gerilere inen Büyük Kanyon yarığı tarafından yırtılmış gibi görünüyor.

GUIMAROTA 138-139

Leiria, Portekiz

152 milyon yıl önce

Orta Portekiz'deki Leiria yakınlarında bir süre öncesine kadar işletilen kömür madenindeki Geç Jura kömürlerini içeren tabakalarda Alman paleontologlar, aralarında 10.000 kadar dişin de bulunduğu on binlerce fosil çıkarttı. İçlerinde bol miktarda bitki, deniz kabuklusu, balık, ikiyaşayışlı, kertenkele ve ilkel memeli fosilinin de bulunduğu fosillerin çoğu, 1970'li yıllarda madenin yalnızca fosil çıkartmak için açıldığı 10 yıllık dönemde bulunmuştur. Uzmanların çıkartılan malzemeler üzerindeki çalışmaları, Berlin'deki Freie Üniversitesi Paleontoloji Enstitüsü'nde hâlâ sürmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Saurillodon* Lepidosauria
2. *Haldanodon* Mammalia
3. *Compsognathus* Theropoda
4. *Celtedens* Lissamphibia
5. *Phlebopteris* Filicopsida
6. *Archaeopteryx* Avialae
7. *Henkelotherium* Mammalia
8. *Pagiophyllum* Coniferopsida
9. *Baiera* Ginkgoales
10. *Klukia* Filicopsida
11. *Lycopodium* Lycopsida
12. paulchoffatiid Mammalia
13. *Machimosaurus* Crocodyliformes
14. *Rhamphorhynchus* Pterosauria

İLERİ OKUMA

MARTIN, T. ve KREBS, B. 2000. *Guimarota: A Jurassic Ecosystem*. Pfeil Verlag, Münih

WEB SİTESİ

www.geocities.com/trevor_dykes/guimarotaexcavations.htm

HAYDEN TAŞ OCAĞI 124-125

New Mexico, ABD

216 milyon yıl önce

Hayden Taş Ocağı, daha büyük olan Ghost Ranch sahasının bir bölümüdür. Buradaki kumtaşları ve silttaşları, 19. yüzyılın sonundaki "Kemik Savaşları" sırasında büyük fosil koleksiyoncusu Edward Drinker Cope burayı kazdığından bu yana çıkarılmaktadır. Yakın zamanlarda yapılan kazıları, Berkeley'deki California Üniversitesi'nden paleontologlar yürütmüştür. Sahadan çıkartılanlar da sahadaki paleontoloji müzesinde ve California'daki UC Paleontoloji Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Dromomeron* Dinosauria
2. pseudopalatine Archosauria
3. *Chindesaurus* Saurichia
4. *Eucoelophysis* Dinosauria
5. *Postosuchus* Archosauria
6. *Typothorax* Archosauria

İLERİ OKUMA

IRMIS, R.B. ve diğerleri 2007. *A Late Triassic Dinosauromorph Assemblage from New Mexico and the Rise of Dinosaurs*. Science (20 Temmuz) 358-361. sayfalar

WEB SİTELERİ

Geoinfo.nmt.edu/tour/landmarks/ghost_ranch/home.html
www.ucmp.berkeley.edu/science/profiles/irmis_0705.php

CEHENNEM DERESİ (HELL CREEK) 178-179

Montana, Dakotalar ve Wyoming, ABD

66 milyon yıl önce

Hell Creek Formasyonu Montana'nın doğusundan Kuzey ve Güney Dakota'ya ve Wyoming'e kadar uzanır. Kuzey Amerika'daki Geç Mesozoyik fosillerinin en iyilerinden bazıları buradan çıkartılmıştır. Formasyon, bölge boyunca yüzeylenmiştir ve buradaki fosil sahaları 1900'lü yılların başından beri kazılmaktadır. Yakın zamanlardaki en etkileyici buluşlardan bazılarını Montana State Üniversitesi'nden John R. Horner yapmıştır. Bunların arasında, en iyi *Tyrannosaurus rex* fosillerini ve *Maiasaura* gibi bazı yeni cinslerden canlıların fosillerini sayabiliriz. Her yıl yağan yoğun kış yağmurları sayesinde fosil içeren yeni tortul tabakalar kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Hell Creek'ten çıkartılan fosiller ABD'nin önde gelen müzelerinin çoğunda sergilenmektedir. Bunların arasında en iyi koleksiyon büyük olasılıkla Montana, Bozeman'daki Rockies Müzesi'ndedir. Marmath Araştırma Vakfı da organize kazı çalışmalarına gönüllülerin katılmasını sağlamaktadır.

TÜR LİSTESİ

1. *Magnolia* Angiospermae
2. *Edmontonia* Ornithischia
3. *Cimolestes* Eutheria
4. *Edmontosaurus* Ornithischia
5. *Triceratops* Ornithischia
6. *Tyrannosaurus* Theropoda

İLERİ OKUMA

DINGUS, L. 2004. *Hell Creek, Montana: America's Key to the Prehistoric Past*. St. Martins Press, New York
HORNER, J.R. 2001. *Dinosaurs under the Big Sky*. Mountain Press Publishing Company, Missoula

WEB SİTELERİ

www.mrfdigs.com/
www.museumoftherockies.org/

HOLZMADEN 130-131

Baden-Württemberg, Almanya

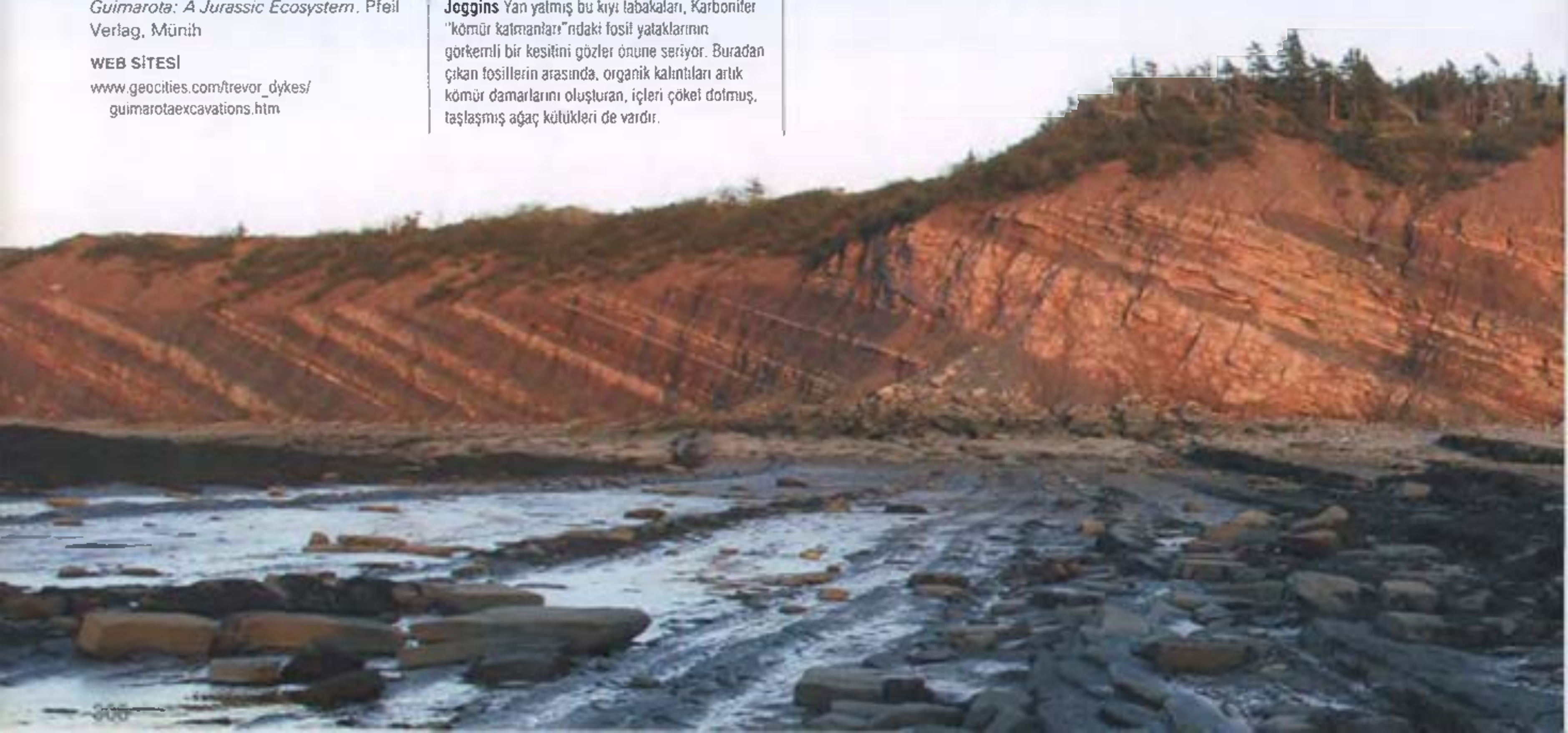
182 milyon yıl önce

Holzmaden'in ünlü Posidonia şeyllerinden çıkartılan fosiller bütün dünyaya ihraç edilmiştir. Ama artık yalnızca iki ocakta çalışılmaktadır. Bunlardan biri ücret karşılığında halkın kazı yapmasına da açıktır. Çıkartılan fosiller, muhteşem bir "Holzmaden fosilleri koleksiyonu" barındıran yakınlardaki Hauff Müzesi'nin uzmanlarınca incelenmektedir. Bilimsel değeri olanlar, bulan kişilere karşılığı ödenerek devralınmaktadır. Bununla birlikte birçok küçük fosil de bulanın olmaktadır.

TÜR LİSTESİ

1. *Harpoceras* Mollusca
2. *Passaloteuthis* Mollusca
3. *Rhomaleosaurus* Plesiosauria
4. *Steneosaurus* Crocodyliformes

Joggins Yan yatmış bu kıyı tabakaları, Karbonifer "kömür katmanları"ndaki fosil yataklarının görkemli bir kesitini gözler önüne seriyor. Buradan çıkan fosillerin arasında, organik kalıntıları artık kömür damarlarını oluşturan, içleri çökel dolmuş, taşlaşmış ağaç kütükleri de vardır.



- *Lepidotes* Actinopterygii
- *Stenopterygius* Ichthyosauria
- *Palaeospinax* Chondrichthyes
- *Dorygnathus* Pterosauria
- *Pentacrinus* Echinodermata

İLERİ OKUMA

SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra (*bkz.* 8. Bölüm)

WEB SİTESİ

www.urweltmuseum.de

HUGHENDEN 164-165

Queensland, Avustralya

105 milyon yıl önce

Bir zamanlar Orta Queensland, en geniş haline 117 milyon yıl önce ulaşmış ve 97 milyon yıl önce de geri çekilmeye başlamış, sığ bir içdenizin altında kalıyordu. Bu sığ denizde ve onun kıyılarında yaşayan canlılardan geriye çok sayıda fosil kaldı. Bölgede eski yaşamın kayıtlarının korunduğu, deniz pliosaurusu *Kronosaurus*'un dev kafatasının keşfedilip tanımlandığı 1920'li yıllardan beri biliniyor. Bölgede o tarihten beri yeni fosiller özellikle Hughenden ve Richmond kentlerinin çevresinde sürekli keşfediliyor. Richmond'da bir ziyaretçi merkezi ve bir de müze bulunuyor; ayrıca buradaki sahalardan bazıları halka da açık. Orijinal *Kronosaurus* kafatası Brisbane'deki Queensland Müzesi'nde birtakım başka fosillerle bir arada sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

- *Minmi* Ornithischia
- *Muttaburrasaurus* Ornithischia
- *Kronosaurus* Plesiosauria
- *Platypterigius* Ichthyosauria

İLERİ OKUMA

VICKERS-RICH, P. ve RICH, T.H. 1999. *Wildlife of Gondwana*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.kronosauruskorner.com.au/
www.qm.qld.gov.au/features/dinosaurus/

HUNSRÜCK SLATE 72-73

Koblenz, Almanya

407 milyon yıl önce

Hunsrück'te Erken Devoniyen deniz canlılarının fosillerinin çıkartıldığı ocaklar artık çalışmıyor. Yine de bazı noktalar izinli olarak koleksiyonculara açılıyor. Buradan çıkartılan örnekler Bundenbach'-taki Fosil Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

- *Furcaster* Echinodermata
- *Drepanaspis* "Agnatha"
- *Palaeosolaster* Echinodermata
- *Imitatocrinus* Echinodermata
- *Bundenbachochaeta* Polychaeta
- *Nahecaris* Crustacea
- acanthodian Chondrichthyes
- *Palaeoisopus* Chelicerata
- *Gemuendina* Gnathostomes
- *Mimetaster* Anthropoda

İLERİ OKUMA

BARTELS, C. BRIGGS, D.E.G. ve BRASSEL, G. 1998. *The Fossils of the Hunsrück Slate*. Cambridge University Press, Cambridge
SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra

WEB SİTESİ

www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/Bundenbach/Bundenbach.html

JOGGINS 90-93

Nova Scotia, Kanada

314-313 milyon yıl önce

Bu erişilebilir kıyı tabakaları, kısa süre önce Dünya Mirası Sahası ilan edildi ve koruma altına alındı. Buradan binlerce fosil çıkartılmıştır. Çıkartılanların çoğu Quebec'te Montreal'deki McGill Üniversitesi'nin Redpath Müzesi'nde tutulmaktadır. Ayrıca yerel bir ziyaretçi merkezi de 2007'de açılmıştır.

TÜR LİSTESİ 90-91

- *Baphetes* Tetrapoda
- akrep Chelicerata
- *Arthropleura* Uniramia
- *Cordaites* Gymnospermopsida
- *Neuropteris* Pteridospermales
- *Protodiscus* Mollusca
- *Xyloiulus* Uniramia
- *Hylonomus* "Reptilia"
- *Sigillaria* Lycopsida

TÜR LİSTESİ 92-93

- *Hylerpeton* Lepospondyli
- *Coryphomartus* Chelicerata
- *Amynilyspes* Uniramia
- *Sphenophyllum* Sphenopsida
- *Dendrerpeton* Temnospondyli
- *Sigillaria* Lycopsida
- megasecopteran Hexapoda
- *Graeophonus* Chelicerata

İLERİ OKUMA

FALCON-LANGH, H.J. 2006. *A History of Research at the JogginsFossil Cliffs of Nova Scotia, Canada, the World's Finest Pennsylvanian Section*. Proceedings of the Geologist's Association 117, 377-392. sayfalar

WEB SİTELERİ

muesum.gov.ns.ca/fossils/sites/joggins/index.htm
www.ucmp.berkeley.edu/caboniferous/joggins.html

JUDITH IRMAĞI 174-175

Montana, ABD ve Alberta, Kanada

79-74 milyon yıl önce

Judith Irmağı Formasyonu (Kanada'da Belly Irmağı Formasyonu olarak bilinir) Montana'dan Alberta'ya ve Saskatchewan'a kadar uzanır. Tıpkı yanındaki ve biraz daha genç olan Cehennem Deresi Formasyonu gibi Geç Kretase flora ve faunasından kalma olağanüstü fosiller içerir. En zengin fosil yatakları, gür subtropikal bataklık ormanı kalıntılarının korunduğu Dinozor Parkı Formasyonu altbölümündedir. Yüzeylenmiş tabakalar günümüzde koşulların çetin olduğu çorak arazilerde kalmıştır. Tıpkı Cehennem Deresi'nde olduğu gibi düzenli bilimsel kazılarda gönüllüler de çalışabilmektedir. Joseph B. Tyrrell'in Red Deer Irmağı'na bakan tepelerden birinde ilk *Albertosaurus* kafatası fosilini bulduğu 1884'ten beri buradan fosil çıkartılmaktadır. Çıkan fosillerin en iyi olanlarından bazıları Alberta Tyrrell Kraliyet Müzesi'nde korunmaktadır.

TÜR LİSTESİ
- *Struthiomimus* Theropoda
- *Quetzalcoatlus* Pterosauria
- *Chasmosaurus* Ornithischia
- *Deltatheridium* Mammalia
- *Stegoceras* Ornithischia
- *Gorgosaurus* Theropoda
- *Lambeosaurus* Ornithischia
- *Troodon* Theropoda

İLERİ OKUMA

CURRIE, P.J. ve LOPPELUS, E.B. 2005. *Dinosaur Provincial Park: A Spectacular Ancient Ecosystem Revealed*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.tyrrellmuseum.com/peek/index2.php?strSection=1
www.montanadinosaurdigs.com
www.tpr.alberta.ca/parks/dinosaur/flashindex.asp

KAROO ÇANAĞI 96-97 ve 104-105

Güney Afrika

299 ve 260 milyon yıl önce

Güney Afrika'da Karoo Çanağı boyunca yüzeylenmiş, 300 milyon yıllık Dwyka tabakalarında Geç Karbonifer Buzul Çağı'nın kanıtları korunmuştur. Bu çok eski tortul kayalarda, yüzen buz kütlelerinden düşen kayalara sık sık rastlanır. Buzulların kazıdığı kaya yüzeyleriyse çok ender görülür –bunların çok iyi bilinen örneklerinden biri Douglas yakınlarındadır. Permiyen'den kalan fosiller, Karoo Çanağı'nda 19. yüzyıldan beri toplanır. Onlar sayesinde cynodontların ve memeli benzeri başka sürüngenlerin evrimi açıklık kazanmıştır. Bloemfontein'deki Ulusal Müze'de Karoo fosillerinden oluşan en önemli koleksiyon yer almaktadır. Bu bölgede bazı tur operatörleri, fosil avcılığı gezileri düzenlemektedir.

TÜR LİSTESİ VE KORUNABİLMİŞ JEOLOJİK KANITLAR 96-97
- ophiacodontid Sinapsida
- gömülü düşmüş kaya
- buzul kaldırımı

TÜR LİSTESİ 104-105
- *Owenetta* "Reptilia"
- *Diictodon* Therapsida
- *Moschorhinus* Therapsida
- *Lystrosaurus* Therapsida
- *Youngina* Diapsida
- *Procynosuchus* Cynodontia
- *Cyanosaurus* Cynodontia

İLERİ OKUMA

JOHNSON, M.R. ve diğerleri 2005. *The Geology of South Africa*. Council of Geoscience, Pretoria

WEB SİTESİ

www.nasmus.co.za/paleo/paleo1.htm

KEYSER FRANZ JOSEPH FİYORDU 82-83

Grönland

366 milyon yıl önce

Bu fosil sahası Doğu Grönland'ın dağlık kesimindeki uzak ve ulaşılması çok güç bir bölgededir. Buradan çıkartılan tetrapod fosillerinin çoğu Danimarka'daki Kopenhag Üniversitesi'nin Jeoloji Müzesi'ndeki koleksiyonlarda yer almaktadır. Ayrıca açıklamalarla zenginleştirilmiş bir sergi de İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi Zooloji Müzesi'nde bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ
- *Drepanophycus* Lycopsida
- *Ichthyostega* Tetrapoda
- *Groenlandaspis* Gnathostomes
- *Acanthostega* Tetrapoda
- *Serracaulis* Lycopsida

İLERİ OKUMA

CLACK, J.A. 2002. *Gaining Ground*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.mnhn.fr/museum/front/medias/publication/9801_go7n1a4.pdf

KHOOVOR 156-157

Ovorhangay, Moğolistan

112 milyon yıl önce

Moğolistan'da çölün iç bölgelerinde yer alan bu fosil sahasında Erken Kretase'nin küçük memeli faunasının kalıntıları çok boldur. Bu saha, buradan binlerce diş ve kemik çıkartan Sovyet ve Moğol ortak ekiplerince keşfedilmiştir. Çıkartılan fosiller Moskova'daki Rus Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji Enstitüsü'nde, Moğolistan'daki Ulan Batur Bilimler Akademisi'nin Jeoloji Enstitüsü'nde ve Varşova'daki Polonya Bilimler Akademisi'nin Paleobiyoloji Enstitüsü'nde saklanmaktadır.

TÜR LİSTESİ
- *Nilssoniopteris* Bennettitales
- eutriconodontid Mammalia
- *Baiera* Ginkgoales
- *Kielantherium* Mammalia
- *Araucaria* Coniferopsida
- *Shamosaurus* Ornithischia
- *Iguanodon* Ornithischia
- *Psittacosaurus* Ornithischia
- *Sparganium* Angiospermae
- *Prokennalestes* Eutheria
- *Pterophyllum* Bennettitales
- *Lycoptera* Actinopterygii

Karoo Çanağı Bu engin Güney Afrika çanağındaki aşınmış tepeler, hem Geç Karbonifer ve Permiyen tabakalarının muazzam kalınlığını gözler önüne seriyor hem de o dönemlerde yaşamış garip hayvanların fosillerini içlerinde barındırıyor.

İLERİ OKUMA

BENTON, M.J. ve diğerleri 2000. *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge University Press, Cambridge

KIELAN-JAWOROWSKA, Z. ve diğerleri 2004. *Mammals from the Age of Dinosaurs: Origins, Evolution and Structure*. Columbia University Press, New York

DOĞU KIRKTON 84-85

Batı Lothian, İskoçya

328 yıl önce

Bathgate yakınlarındaki bu terk edilmiş kireçtaşı ocağı Edinburgh'un 27 km batısında, Batı Lothian'dadır. Burası artık yasal olarak korunan bir Özel Bilimsel İlgi Sahası olmuştur; kazı yapmak sınırlandırılmış ve izne bağlanmıştır. Bu sahadan çıkartılan en iyi fosillerin birçoğu Edinburgh'daki İskoç Kraliyet Müzesi'nde, Glasgow'daki Hunterian Müzesi'nde ve Cambridge Üniversitesi'nin Zooloji Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ
- *Sphenopteridium* Pteridospermales
- *Westlothiana* "Reptilia"
- *Ophiderpeton* Lepospondyli
- *Archaeocalamites* Sphenopsida
- opilionid Chelicerata
- *Eldeceeon* "Reptilia"
- *Balanerpeton* Temnospondyli
- *Acanthodes* Chondrichthyes
- *Pulmonoscorpius* Chelicerata
- kırkayaklar Uniramia

İLERİ OKUMA

CLACK, J.A. 2002. *Gaining Ground*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTESİ

www.jncc.gov.uk (East Kirkton'a götüren linkleri izleyiniz)

KOTUIKAN IRMAĞI 46-47

Arktik Sibirya, Rusya

548-535 milyon yıl önce

Kotuikan Irmağı'nın yüzeylenmiş Erken Kambriyen tabakaları, Kutup Dairesi'nin içinde Sibirya boyunca yayılmış, ulaşılması çok güç ormanlık bir alanda (70° Kuzey, 105° Doğu) yer almaktadır. Kotuikan Irmağı en yakın yerleşim yerine 100 km uzaktır. Rus paleontologlar, buradaki kireçtaşlarından milimetre boyutlarında binlerce deniz kabuklusu fosili –kabuklu canlıların bilinen ilk kalıntılarını– çıkarmıştır.

TÜR LİSTESİ

1. chancellorid bilinmiyor
2. *Cambrocyathellus* Archaeocyatida
3. radiocyathid Archaeocyatida
4. coralomorph Cnidaria
5. *Okulitchicyathus* Archaeocyathida

İLERİ OKUMA

KNOLL, A. 2003. *Life on A Young Planet*. Princeton University Press, Princeton

FEDONKIN, M.A. ve diğerleri 2007. *The Rise of Animals: Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*. Johns Hopkins University Press, Baltimore

WEB SİTESİ

www.mit.edu/~watters/grotz_etal_paleo-bio_2000.pdf

LAETOLİ 216-217

Tanzanya

3,8 milyon yıl önce

Laetoli sahası Ngorongo Krater Koruma Alanı'nda, Olduvai Boğazı'nın da yalnızca 50 km güneyinde yer almaktadır. Gelmiş geçmiş en önemli fosillerden biri –atalarımızdan biri olma olasılığı yüksek, iki ayak üzerinde yürüyebilen insangillerin ayak izleri– burada bulunmuştur. Her ne kadar saha, ünlü Louis ve Mary Leakey tarafından 1930'lu yıllardan beri gezilmiş ve taranmış olsa da 3,6 milyon yıl öncesinin çeşitli hayvanlarının ayak izlerini koruyan donmuş külden düz platform, Mary Leakey'in ekibince ancak 1976'da keşfedilebilmiştir. İz fosil oldukları için Laetoli ayak izlerinin çok özgün bir korunma sorunu vardır ve asıl değerleri de bulundukları şartlardan kaynaklanır. Bu nedenle sahadan taşımak yerine Leakey'in ekibi her kazı sezonunun sonunda izleri yeniden gömmektedir. Buna karşın akasya ağaçlarının kökleri izlerin üzerindeki toprakta ilerlemeye başlamıştır. Bu nedenle saha 1990'lı yılların ortasında yeniden kazılmış, sonra daha steril koşullarda bir kez daha kapatılmıştır. Ayak izleri öngörülebilen bir geleceğe kadar gömülü kalacakken Laetoli izlerinin kopyaları yakınlardaki Olduvai Müzesi'nde, Dârüsselam Ulusal Müzesi'nde ve dünyanın önde gelen birkaç müzesinde daha sergilenmektedir.

TÜR VE ALET LİSTESİ

1. *Madoqua* Laurasiatheria
2. *Numida* Neognathae
3. *Loxodonta* Afrotheria
4. *Diceros* Laurasiatheria
5. *Giraffa* Laurasiatheria
6. *Australopithecus afarensis* Hominidae
7. hayvan izleri
8. insangil izleri

İLERİ OKUMA

MORREL, V. 1995. *Ancestral Passion: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings*. Touchstone, New York

WEB SİTESİ

www.ngorongorocrater.org/olduvai.html

LA VOULTE-SUR-RHONE 134-135

Ardeche, Fransa

163 milyon yıl önce

İlk olarak 19. yüzyılda fark edilen La Voulte-sur-Rhone'un çok iyi korunmuş sığ deniz ekosistemi, kentin batısında açılan bir dizi ocakla ortaya çıkartılmıştır. Kazılar günümüze dek sürmüştür. Buradan çıkartılan fosillerin en iyilerinin çoğu, 2006'da kapatılan La Voulte Paleontoloji Müzesi'ndeki koleksiyonda yer almıştır. Yakın bir gelecekte başka bir müzede sergilenmeleri için çabalar sürmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Dollocaris* Crustacea
2. *Rhomboteuthis* Mollusca
3. *Aeger* Crustacea
4. *Ophiopinna* Echinodermata
5. *Pholidophorus* Actinopterygii
6. *Proteroctopus* Mollusca
7. *Bositra* Mollusca
8. *Eryma* Crustacea

İLERİ OKUMA

BOTTJER, D.J. ve diğerleri 2002. *Exceptional Fossil Preservation*. Columbia University Press, New York (*bkz.* 16. Bölüm)

WEB SİTESİ

www.musee-fossiles.com

LESMAHAGOW 64-65

Lanarkshire, İskoçya

430 milyon yıl önce

İskoçya'nın Midland Vadisi boyunca yer alan bir dizi fosil sahasında Erken Silüriyen'den kalma istisnai güzellikte eklembacaklı ve çenesiz balık fosilleri bulunmuştur. Bu sahaların birçoğu geçen yüzyılda keşfedilmiştir ve Özel Bilimsel İlgi Sahası olarak artık yasal koruma altındadır. Buralardan çıkartılan fosiller, aralarında Glasgow'daki Hunterian Müzesi'nin de bulunduğu birçok müzeye dağıtılmıştır.

TÜR LİSTESİ

1. *Ainiktozoon* Crustacea
2. *Loganellia* "Agnatha"
3. *Ceratiocaris* Crustacea
4. *Pterygotus* Chelicerata
5. *Jamoytius* "Agnatha"
6. *Birkenia* "Agnatha"

İLERİ OKUMA

ALDRIDGE, R.J. ve diğerleri 2000. *British Silurian Stratigraphy*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough

WEB SİTESİ

www.hmag.gla.ac.uk/neil/Lesmahagow/Lesmahagow.html

LİAONİNG EYALETİ 150-155

Çin

128 milyon yıl önce

Çin'in Liaoning Eyaleti'ndeki Chaoyang kenti çevresinde bulunan şaşırtıcı tüylü dinozorlar Erken Kretase Jiofotang ve Yixian formasyonlarının bir parçasıdır. Bunlar bölge boyunca, ama özellikle de Songling Dağları'nda yüzeylenmiştir. 20. yüzyılın başlarında işgal edilen Mançurya'da çalışan Japon bilim insanları bölgenin fosil açısından zengin olduğunu ilk bildirenlerdi. Ama Japonya 2. Dünya Savaşı'nı kaybetti; ardından Çin Devrimi'nin çalkantılı yılları ve Mao Zedung'un Kültür Devrimi yaşandı. Bütün bunların sonucunda Çinli bilim insanları ve başka ülkelerden çalışma arkadaşları bu bölgeye 1990'lı yıllara kadar gidemedi. Ama o zamandan bu yana bölgede yapılan hayrete düşürücü güzellikteki keşifler, paleontoloji dünyasını aşan bir etki yarattı. Buradan çıkartılan çok değerli tüylü fosiller sık sık dünyanın önde gelen müzelerinde geçici olarak sergilenmektedir.



Liaoning'in en önemli fosilleri Pekin'de yakınlarda yenilenen Çin Jeoloji Müzesi'nde sergilenmektedir; New York'taki Doğa Tarihi Müzesi'nde de bu sahayla ve buranın paleontolojiye etkisiyle ilgili çok kapsamlı bir sergi bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ 150-151

- ❶ iguanodontid Ornithischia
- ❷ *Callobatrachus* Lissamphibia
- ❸ *Ischnidium* Hexapoda
- ❹ *Sinosauropteryx* Theropoda
- ❺ *Confuciusornis* Avialae
- ❻ *Protarchaeopteryx* Theropoda

TÜR LİSTESİ 152-153

- ❶ cicadomorph Hexapoda
- ❷ *Manchurochelys* "Reptilia"
- ❸ *Jinzhousaurus* Ornithischia
- ❹ *Microraptor* Theropoda
- ❺ *Ephemeropsis* Hexapoda
- ❻ *Repenomamus* Mammalia
- ❼ *Psittacosaurus* Ornithischia
- ❽ *Jeholopterus* Pterosauria
- ❾ *Psittacosaurus* yavruları Ornithischia
- ❿ *Beipiaosaurus* Theropoda
- ⓫ *Dilong* Theropoda

TÜR LİSTESİ 154-155

- ❶ *Eomaia* Eutheria
- ❷ *Sapeornis* Avialae
- ❸ *Protarchaeopteryx* Theropoda
- ❹ *Caudipteryx* Theropoda
- ❺ *Archaefructus* Angiospermae
- ❻ *Sinodelphys* Marsupialia
- ❼ *Tetraphalerus* Hexapoda
- ❽ *Czekanowskia* Gymnospermopsida
- ❾ *Sinornithosaurus* Theropoda
- ❿ *Sinosauropteryx* Theropoda
- ⓫ *Jeholodens* Mammalia

İLERİ OKUMA

NORELL, M.A. ve ELLISON, M. 2005. *Unearthing the Dragon: The Great Feathered Dinosaur Discovery*. Pi Press, New Jersey

WEB SİTELERİ

www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/LiaoningSite.htm
www.amnh.org/exhibitions/dinosaurs/diorama

LUDFORD LANE 68-69

Shropshire, İngiltere

419 milyon yıl önce

Yasal koruma altındaki bu Özel Bilimsel İlgi Sahası, aslında aynı zamanda 19. yüzyıldan bu yana çok çeşitli fosillerin çıkartıldığı tarihsel bir sahadır. Buradan çıkartılanlar arasında ilk kara eklembacaklılarının ve bitkilerinin yanı sıra, aralarında özellikle dallıbacaklılar ve karındanbacaklıların bulunduğu birçok sığ deniz canlısı türü vardır.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Lingula* Brachiopoda
- ❷ *Cooksonia* Rhyniophyta
- ❸ *Steganotheca* Rhyniophyta
- ❹ *Palaeotarbus* Chelicerata
- ❺ *Eoarthropleura* Uniramia
- ❻ *Strophochonetes* Brachiopoda

İLERİ OKUMA

ALDRIDGE, R.J. ve diğerleri 2000. *British Silurian Stratigraphy*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough

WEB SİTELERİ

paleo.gly.bris.ac.uk/Paleofiles/Lagerstatten//ludford/florafauna.html
www.jncc.gov.uk/pdf/gcrdb/GCRsiteaccount642.pdf

LYME REGIS 128-129

Dorset, İngiltere

195 milyon yıl önce

İngiltere'nin güney kıyılarındaki Lyme Körfezi'nin falezlerinde bulunan çok büyük miktardaki fosil, 1811'de 12 yaşındaki Mary Anning'in bir ichthyosaur fosili bulmasıyla dünyanın dikkatini çekmişti. O zamandan beri insanlar buraya fosil bulmaya geliyor. Falezleri düzenli olarak yıkayan fırtınalar sürekli yeni fosillerin ortaya çıkmasına yol açıyor. Ammonitlerle belemnitlere çok sık rastlanırken daha büyük hayvanların fosilleri de gerek amatör gerekse profesyonel paleontologlarca zaman zaman bulunuyor. Ne var ki kıyı boyunca sürekli yeni fosillerin ortaya çıkmasına yol açan süreç, zemini de bazıları mal ve can kaybına neden olabilecek toprak kaymalarına eğilimli yapıyor. Lyme'dan çıkartılan fosiller, yerel dükkânlarda ve Dinosaurland Müzesi'nde, Bristol Kent Müzesi'nde ve bazı büyük koleksiyonlarda yer alıyor.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Caturus* Actinopterygii
- ❷ *Ichthyosaurus* Ichthyosauria
- ❸ *Microderoceras* Mollusca
- ❹ *Scelidosaurus* Ornithischia
- ❺ *Dapedium* Actinopterygii
- ❻ *Hybodus* Chondrchthyes
- ❼ *Pentacrinites* Echinodermata
- ❽ *Passaloteuthis* Mollusca
- ❾ *Plesiosaurus* Plesiosauria
- ❿ *Dimorphodon* Pterosauria

İLERİ OKUMA

DINELEY, D.L. ve METCALF, S.J. 1999 *Fossil Fishes of Great Britain*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough

WEB SİTELERİ

www.jncc.gov.uk (Lyme Regis'e götüren linkleri izleyin)
www.lymeregismuseum.co.uk
www.lulworth.com/education/heritage_center.htm

MAGADAN 232-233

Sibirya, Rusya

40.000 yıl önce

Sibirya'nın koşulları çetin Arktik Okyanusu kıyılarındaki ve ırmak vadilerindeki donmuş topraklardan Buzul Çağı memelilerine ait dünyanın en ünlü donmuş "mumya"ları çıkmıştır. 1900'lü yılların başlarından bu yana mamut, tüylü gergedan ve bazı başka hayvanların kalıntılarını ortaya çıkarmak için bölgeye keşif gezileri düzenleniyor. Bu donmuş hayvanlardan sağlam DNA örnekleri çıkartılmaya çalışılıyor; amaç belki bir gün bir mamut klonlamak. Kuzeydoğu Rusya'nın uzak bölgelerinde bulunan Magadan'ın kuzeyinden akan Kolima Irmağı'nın kollarından biri olan

Lyme Regis Güney İngiltere'nin "Jura Kıyıları"ndaki zemini dengesiz falezler, dinozorlar zamanından kalma deniz canlısı fosilleriyle ünlüdür. Popüler bir dinlenme ve tatil yeri olan bölge aynı zamanda Dünya Mirası Sahası'dır.

Kirgiliakh Irmağı'nın kıyısındaki taraçalarda bulunan yavru mamuta "Dima" adı verilmiştir. Dima, Sibirya'da bulunan bazı başka örneklerle birlikte Sen Petersburg Devlet Üniversitesi'nin Zooloji Müzesi'nde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

1. *Coelodonta antiquitatis* Laurasiatheria
2. *Equus caballus* Laurasiatheria
3. *Canis lupus* Laurasiatheria
4. *Mammuthus primigenius* Afrotheria
5. *Bison priscus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

GUTHRIE, R.D. 1990. *Frozen Fauna of the Mammoth Steppe*. University of Chicago Press, Chicago
LISTER, A. ve BAHN, P. 1994. *Mammoths*. MacMillan, New York

MAZON DERESİ 88-89

Illinois, ABD

314 milyon yıl önce

Mazon Deresi, daha geniş olan Francis Creek Karbonifer Şeyli'ndeki bir sahadır. Buradaki fosiller açık kömür madenciliği etkinlikleri sırasında sık sık ortaya çıkan siderit yığınlarının içinde bulunmuştur. Bu sıra dışı yığınlarda, özellikle yumuşak bedenli canlılar çok iyi korunmuştur. Amatör paleontologlar da aralarında Illinois State Müzesi'nde sergilenen ünlü *Tullimonstrum*'un da bulunduğu birçok yeni türü keşfetmiştir.

TÜR LİSTESİ

1. *Belotelson* Crustacea
2. *Tullimonstrum* Mollusca
3. *Aviculopecten* Mollusca
4. myxinoid "Agnatha"
5. *Essexella* Cnidaria
6. *Calamites* Sphenopsida
7. *Geralinura* Chelicerata
8. *Sphenophyllum* Sphenopsida
9. *Latzelia* Uniramia
10. *Eucenus* Hexapoda
11. blattodean Hexapoda
12. *Gerarus* Hexapoda
13. *Xyloiulus* Uniramia
14. *Neuropteris* Pteridospermales

İLERİ OKUMA

NITECKI, M.H. 1979. *Mazon Creek Fossils Symposium*. Academic Press, New York
NUDDS, J.R. ve SELDEN, P.A. 2008. *Fossil Ecosystems of North America*. Manson Publishing, Londra (*bkz.* 7. Bölüm)

WEB SİTELERİ

www.museum.state.il.us/exhibits/mazon_creek
www.ucmp.berkeley.edu/carconiferous/mazon.html

MESSEL 196-199

Darmstadt Yakınları, Almanya

48 milyon yıl önce

Frankfurt yakınlarındaki Messel şeyllerinde 1859'dan beri madencilik yapılıyor. Ne var ki paleontologlar, madenden çıkan çok iyi ama sıra dışı bir şekilde korunmuş 50 milyon yıllık fosillere ancak 20. yüzyılın başında ilgi göstermiştir. Şeyl yığınlarının 130 m derinde ve kumtaşı üzerinde olduğunun anlaşıldığı ciddi bilimsel kazılar da 1970'li yıllara kadar başlatılamamıştır. Bir zamanlar o bölgede var olduğu anlaşılan gölün derin ve oksijensiz dip sularından zaman zaman çıkan zehirli gazlar, yalnızca yüzeye yakın sulardaki canlıları değil, göl kıyısındaki ve hatta gölü kuşatan ormandaki canlıların da ölümüne yol açıyordu. Hayvanların dibe düşen ölü bedenleri de çok az bir çürümeyle korunuyordu. 1991'de ticari olarak tüketilen maden ocağını devlet satın aldı ve erişimin sürmesini sağladı. 1995'ten beri Dünya Mirası Sahası kabul edilen sahadan çıkartılan fosillerin en iyileri Darmstadt Landes Müzesi'nde ve Senckenberg Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ 196-197

1. *Palaeopython* Lepidosauria
2. *Propalaeotherium* Laurasiatheria
3. *Paroodectes* Laurasiatheria
4. *Messelobunodon* Laurasiatheria
5. *Miacis* Laurasiatheria
6. *Formicium* Hexapoda
7. *Palaeoglaux* Neognathae
8. cicada Hexapoda
9. *Archaeonycteris* Laurasiatheria
10. *Primozygodactylus* Neognathae
11. *Darwinius masillae* Primates
12. *Eomanis* Laurasiatheria
13. *Hyrachyus* Laurasiatheria

TÜR LİSTESİ 198-199

1. *Palaeochiropteryx* Laurasiatheria
2. buprestid Hexapoda
3. *Rhynchaeites* Neognathae
4. *Eurotamandua* Xenarthra
5. *Zantedeschia* Angiospermae
6. *Eopelobates* Lissamphibia
7. *Kopidodon* Boreoeutheria
8. *Leptictidium* Boreoeutheria
9. *Trionyx* "Reptilia"
10. *Gastornis* Neognathae
11. *Eocoracias* Neognathae
12. *Cephalotaxus* Coniferopsida
13. *Pholidocercu* Laurasiatheria
14. *Buxolestes* Boreoeutheria
15. *Asiatosuchus* Crocodyliformes
16. *Eurohippus* Laurasiatheria
17. *Aegialornis* Neognathae
18. *Typha* Angiospermae

İLERİ OKUMA

SCHAAL, S. ve diğerleri 1992. *Messel: An Insight into the History of Life and of the Earth*. Clarendon Press, Oxford

WEB SİTELERİ

www.unep-wcmc.org/sites/wh/pdf/Messel%20Pit.pdf
www.hlmd.de

MIGUASHA 76-77

Escuminac Körfezi, Quebec, Kanada

384-374 milyon yıl önce

Çok iyi korunmuş çok sayıda balık fosilinin kaynağı olan Escuminac Körfezi'nin ünlü Devoniyen tabakaları, Quebec'teki Gaspé Yarımadası'nın koruma altındaki Miguasha Ulusal Parkı'nda yer almaktadır. Park 1993'te Dünya Mirası Sahası adayı olmuştur. Buradan çıkartılan fosillerden bazıları Miguasha Müzesi'nde, geri kalanlar da Stockholm'deki İsveç Doğa Tarihi Müzesi'nde görülebilir.

TÜR LİSTESİ

1. *Cheirolepis* Actinopterygii
2. *Endeiolepis* "Agnatha"
3. *Escuminaspis* "Agnatha"
4. *Eusthenopteron* Sarcopterygii
5. *Bothriolepis* Gnathostomes
6. *Scaumenacia* Sarcopterygii
7. *Archaeopteris* Gymnospermopsida

İLERİ OKUMA

SCHULTZE, H.P. ve CLOUTIER, R. 1996. *Devonian Fishes and Plants of Miguasha, Quebec, Canada*. Pfeil Verlag, Münih
LONG, J. A. 1995. *The Rise of Fishes*. Johns Hopkins University Press, Baltimore
CLACK, J.A. 2002. *Gaining Ground*. Indiana University Press, New York

WEB SİTELERİ

www.wcmc.org.uk/protected_areas/data/wh/miguasha.html
www.canadianencyclopedia.ca/index.cfm?PgNm=TCE&Params=A1ARTA0010404



MISTAKEN POINT 42-43

Avalon Yarımadası, Newfoundland, Kanada

575-565 milyon yıl önce

Kanada'da Güneydoğu Newfoundland'deki koruma altındaki bu kıyı sahası, uzak ama erişilebilir bir yerdedir. Burası Prekambriyen kayalarından ortaya çıkıveren gizemli "Ediacara" fosillerinin –izinle– görülebileceği birkaç yerden biridir.

TÜR LİSTESİ

- *Charniodiscus* "Ediacara"
- *Thectardis* "Ediacara"
- "çubuk"lar "Ediacara"
- *Bradgatia* "Ediacara"
- *Charnia wardi* "Ediacara"

WEB SİTESİ

www.ucmp.berkeley.edu/vendian/ediacara.html

MONTE BOLCA 194-195

Verona, İtalya

49 milyon yıl önce

Monte Bolca'nın Orta Eosen tabakalarından 500 türün üzerinde kara ve deniz canlısının fosili çıkartılmıştır. Kuzey İtalya'da Verona yakınlarındaki Bolca kasabası civarındaki birkaç saha –özellikle Pesciara, Monte Postale, Monte Vegroni, Praticini, Loschi, Le Pozzette ve Zovo e Valleco– taşocaklarının ziyaret edilebildiği bir parka dahil edilmiştir.

Buradan çıkartılan en iyi fosil koleksiyonlarından biri olan Gazola Koleksiyonu, Verona Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmektedir. Ne var ki 18. yüzyılın sonu ve 19. yüzyılın başında yaşanan Napoléon Savaşları sırasında Kont Gazola, koleksiyonunun önemli bir bölümünü Fransızlara satmıştır. Bu parçalar şimdi Paris'teki Doğa Tarihi Müzesi'ndedir. Bir başka koleksiyon da Padova Üniversitesi Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- *Exellia* Actinopterygii
- *Lophius* Actinopterygii
- *Ceratoichys* Actinopterygii
- *Eomyrophis* Actinopterygii
- *Eoholocentrum* Actinopterygii
- *Psettopsis* Actinopterygii
- *Trygon* Chondrichthyes
- *Eobothus* Actinopterygii
- *Mene* Actinopterygii

İLERİ OKUMA

BOTTJER, D.J. ve diğerleri 2002. *Exceptional Fossil Presevation*. Columbia University Press, New York (*bkz.* 20. Bölüm)

STANGHELLINI, E. 1979. *Bolca and its Fossils*. Espro, Verona

WEB SİTELERİ

En.wikipedia.org/wiki/bolca

www.paleo.gly.bns.ac.uk/paleofiles/lagerstatten/monte_bolca/index.html

MONTE SAN GIORGIO 116-117

İsviçre

233 milyon yıl önce

19. yüzyılın sonlarından beri dünyanın en etkileyici ve iyi korunmuş Triyas deniz omurgalısı faunası, İtalya-İsviçre sınırının iki yakasında yer alan Besano ve Meride kasabalarının civarındaki taşocaklarından çıkartılmaktadır. 2006'da bölgenin Dünya Mirası Sahası olması teklif edilmiştir. Milan Doğa Tarihi Müzesi'nde ve Zürich Üniversitesi Paleontoloji Enstitüsü ve Müzesi'nde yüzlerce eksiksiz Triyas sürüngeni iskeleti bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ

- *Shastasaurus* Ichthyosauria
- *Mixosaurus* Ichthyosauria
- *Tanystropheus* Archosauria
- *Saurichthys* Actinopterygii
- *Paraplacodus* Placodontia
- *Eoprotrachyceras* Mollusca
- *Askeptosaurus* Diapsida
- *Ceresiosaurus* Diapsida
- *Birgeria* Actinopterygii

İLERİ OKUMA

BURGIN, T. ve diğerleri 1989. *The Fossils of Monte San Giorgio*. Scientific American (Haziran), 74-81. sayfalar

WEB SİTELERİ

whc.unesco.org/en/list/1090

www.worldheritagesite.org/sites/montesangiorgio.html

MONTE VERDE 240-241

Güney Şili

14.500 yıl önce

Şili'deki tartışmalı Monte Verde sahası, bir veterinerlik öğrencisinin 1975'te Chinchihuapi Creek'in kıyısında bir mastodont kemiği bulmasıyla keşfedilmiştir. İlk ciddi kazı çalışmaları 1977'de yapılmış ve arkeolog Mario Pino ve Tom Dillehay kısa sürede buradaki bir insan yerleşimine ilişkin kanıtlar bulmuştur. Daha sonra bu yerleşimin, New Mexico'daki Folsom gibi sahalardan bilinen Clovis kültüründen daha eski olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu tarihlendirmenin Amerikaların tarihöncesine yönelik var olan bakış açısını değiştirebilmesi 20 yıl almıştır. Sonunda bazı yeni buluntuların 2008'de yapılan radyometrik tarihlendirmesi, tartışmayı sonlandırmıştır: Monte Verde sahasındaki en son yerleşimin, bilinen en eski Clovis katmanından tam 1.000 yıl daha eski olduğu anlaşılmıştır. Monte Verde'deki insan varlığını gösteren işaretlerin ne kadar eskiye uzandığına ilişkin tartışmalar şimdilik bir sonuca vardırılamamıştır.

TÜR VE ALET LİSTESİ

- yemek pişirilen ocaklar
- *Homo sapiens* Hominidae
- deriden barınaklar
- *Vultur* Neognathae
- aletler/silahlar
- *Lama* Laurasiatheria
- *Mammut americanum* Afrotheria



Morrison Formasyonu Utah ve Wyoming'in çorak toprakları belki tarım için verimli olmayabilir ama buradaki Morrison Formasyonu tabakaları, Jura dinozorları fosilleri açısından dünyanın en verimli tabakalarındandır.

İLERİ OKUMA

BONNICHSEN, R. LEPPER, B.T. ve STANFORD, D. 2006. *Paleoamerican Origins: Beyond Clovis*. Texas A&M University Press, College Station

WEB SİTESİ

www.unesco.org/en/tentativelists/1873/

MORRISON FORMASYONU 144-147

Batı ABD

155-148 milyon yıl önce

Morrison Formasyonu, günümüz Kayalık Dağları ile ABD'nin batı kıyı şeridini ülkenin doğusundan ayıran ve bir zamanlar bir içdeniz olan çok geniş bir alanı kapsar. Burada bulunan dinozor fosilleri dünyada en iyi bilinenler arasındadır. Bunlar, Pittsburgh'daki Carnegie Müzesi ve New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi gibi ABD'deki birçok müzenin yanı sıra, başka ülkelerdeki müzelerde de görülebilir. Formasyondaki ilgi çekici sahalar arasında Utah'taki Dinozor Ulusal Anıtı ile Wyoming'deki Como Kayalığı ve Fosil Tepesi Ulusal Anıtı sayılabilir.

TÜR LİSTESİ 144-145

- ❶ *Nilssonia* Cycadophyta
- ❷ cycadalean Cycadophyta
- ❸ *Czekanowskia* Gymnospermopsida
- ❹ *Goniopholis* Crocodyliformes
- ❺ *Diplodocus* Sauropodomorpha
- ❻ osmundacean Filicopsida
- ❼ *Fruitafossor* Mammalia
- ❽ *Camarasaurus* Sauropodomorpha

TÜR LİSTESİ 146-147

- ❶ *Camptosaurus* Ornithischia
- ❷ *Stegosaurus* Ornithischia
- ❸ *Fruitafossor* Mammalia
- ❹ *Glyptops* "Reptilia"
- ❺ *Diplodocus* Sauropodomorpha
- ❻ *Coniopteris* Filicopsida
- ❼ *Apatosaurus* Sauropodomorpha
- ❽ *Ceratodus* Sarcopterygii
- ❾ *Allosaurus* Theropoda

İLERİ OKUMA

FOSTER, J. 2007. *Jurassic West: The Dinosaurs of the Morrison Formation and their World*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.npsigov/dino/
www.npsigov/fobu/

MOSKOVA VE VOLGA HAVZALARI 106-107 ve 110-111

Rusya

260 ve 251 milyon yıl önce

Moskova'dan kuzeydoğuya doğru Urallar'a ve Barents Denizi'ne uzanan engin düzlüklerin hemen altında Permiyen tabakaları bulunur. Dvina gibi ırmaklar yüzeye yakın tabakalarda kesitler açar ve fosil içeren katmanların ortaya çıkmasına neden olur –tıpkı Moskova'nın 700 km kadar kuzeydoğusundaki Küçük Kuzey Dvina'nın kıyısındaki Kotlas yakınlarında ortaya çıkan son Guadalupiyen/ Lopingiyen Çağı Sokolki faunası gibi. Buralardaki fosil zenginliğini ilk kez 20. yüzyılın başlarında Polonyalı jeolog Vladimir Amalitskii keşfetmiştir. Ondan sonraki ilk araştırmaları yaklaşık 20 yıl sonra Rus paleontolog İvan Efremov yapmıştır. Efremov, aralarında kılıç dişli gorgonopsian *Inostrancevia*'nın yanı sıra ikiyaşayışlı *Dvinosaurus* ve *Kotlassia*'nın da olduğu yeni bir ikiyaşayışlı ve sürüngen dizisinden yüzlerce iskelet bulmuştur. Bunların örnekleri Moskova'daki Rus Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji Enstitüsü'nde görülebilir.

TÜR LİSTESİ 106-107

- ❶ *Microphon* "Reptilia"
- ❷ *Arctotypus* "Hexapoda"
- ❸ *Dicynodon* "Therapsida"
- ❹ *Kotlassia* "Reptilia"
- ❺ *Inostrancevia* "Therapsida"
- ❻ *Scutosaurus* "Reptilia"
- ❼ *Dvinia* "Cynodontia"

TÜR LİSTESİ 110-111

- ❶ *Benthosuchus* Temnospondyli
- ❷ *Wetlugasaurus* Temnospondyli
- ❸ *Lystrosaurus* Therapsida
- ❹ *Contritosaurus* "Reptilia"
- ❺ *Chasmatosuchus* Archosauria

İLERİ OKUMA

BENTON, M.J. ve diğerleri 2000. *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge University Press, Cambridge

NAMA GROUP 44-47

Namibya

548-535 milyon yıl önce

Bilinen "Vendian" sahalarının en gencinden, gizemli Ediacara topluluğunun ve onlardan sonra yaşamış eşit karmaşıklıktaki bazı canlıların çok iyi korunmuş fosilleri çıkmıştır. Bölgede dağınık halde bulunan –genellikle uzak yerlerde ve çoğunlukla da özel mülk içinde– bir dizi saha vardır.

TÜR LİSTESİ 44-45

- ❶ *Namalia* "Ediacara"
- ❷ *Pteridinium* "Ediacara"
- ❸ *Ernietta* "Ediacara"

TÜR LİSTESİ 46-47

- ❶ trombolit Stromatolitler
- ❷ *Namacalathus* bilinmiyor
- ❸ *Cloudina* bilinmiyor

İLERİ OKUMA

MCMENAMIN, M.A.S. 1998. *The Garden of Ediacara*. Columbia University Press, New York

KNOLL, A.H. 2003. *Life on A Young Planet*. Princeton University Press, Princeton

WEB SİTELERİ

www.mit.edu/~watters/watters_etal_paleobio_2001.pdf
www.paleos.com/Proterozoic/Neoproterozoic/Ediacaran



NEUQUÉN 166-169

Kuzeybatı Patagonya, Arjantin

98 milyon yıl önce

Arjantin'in Neuquén Havzası'nda ortaya çıkartılan Geç Kretase deniz ve kara hayvanı fosilleri arasında bol miktarda tetrapodun yanı sıra, iskeletleri bütün halinde bulunan küçük ve orta boy sürüngenler, memeliler, dinozorlar, dinozor yuvaları ve yumurtaları da vardı. Patagonya'nın bu bölgesi günümüzde çok sayıda turist çekmektedir. Bazı özel fosil galerileri açılmıştır; ayrıca turistik "dinozor avı" keşif gezileri de düzenlenmektedir. Buradan çıkartılan fosiller, Villa El Chocon'daki Ernesto Bachmann Kent Müzesi'nde ve Neuquén'deki Carmen Funes Omurgalı Paleontolojisi Müzesi'nde görülebilir.

TÜR LİSTESİ 166-167

- ❶ *Buitreraptor* Theropoda
- ❷ *Andesaurus* Sauropodomorpha
- ❸ *Giganotosaurus* Theropoda
- ❹ *Anabisetia* Ornithischia

TÜR LİSTESİ 168-169

- ❶ *Argentinosaurus* Sauropodomorpha
- ❷ *Aucasaurus* Theropoda

İLERİ OKUMA

CHIAPPE, L. ve DINGUS, L. 2001. *Walking on Eggs: Discovering the Astonishing Secrets of the World of Dinosaurs*. Little Brown, Londra
GASPARINI, Z. ve diğerleri 2007. *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Indiana University Press, Bllomington
MAKOVICKY, P.J. ve diğerleri 2005. *The Earliest Dromaeosaurid Theropod from South America*. Nature (13 Ekim) 1007-1011. sayfalar

WEB SİTESİ

en.wikipedia.org/wiki/neuquen_group

NYRANY 94-95

Çek Cumhuriyeti

310 milyon yıl önce

19. yüzyılda küçük bir madencilik kasabası olan Nyrany'nin çevresindeki kömür yataklarından yüzlerce tetrapod fosili çıkartılmıştır. Bu fosiller günümüzde New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi, Chicago'daki Field Doğa Tarihi Müzesi ve Prag'daki Doğa Tarihi Müzesi gibi dünyanın belli başlı büyük müzelerinde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ palaeoodictyopteridan Hexapoda
- ❷ *Gephyrostegus* "Reptilia"
- ❸ *Archaeothyris* Synapsida
- ❹ *Sauropleura* Lepospondyli
- ❺ *Aornerpeton* Lepospondyli
- ❻ *Namurotypus* Hexapoda
- ❼ *Microbrachis* Lepospondyli
- ❽ branchiosaur Temnospondyli
- ❾ *Stigmaria* Lycopsida
- ❿ blattodean Hexapoda
- ⓫ amblypygid Chelicerata

İLERİ OKUMA

MILNER, A.H. 1980. *The Tetrapod Assemblage from Nyrany, Czechoslovakia*. In Systematics Assosiation Special Volume 15. Academic Press, New York
PANCHEN, A.L. 1980. *The Terrestrial Environment and the Origin of Land Vertebrates*. In Systematics Assosiation Special Volume 15. Academic Press, New York

OLDUVAİ 220-221

Tanzanya

1,8 milyon yıl önce

Olduvai, Serengeti Ovası'nı –büyük yanardağların ve Ngorongoro kraterinin bulunduğu Doğu Rift Vadisi'nin kuzeybatısında– kesen, 100 km uzunluğunda kurumuş bir ırmak vadisidir. Son 2 milyon yıl boyunca ırmaklar, göller ve volkanik küller burada 100 m'den kalın yatay çökeller biriktirmiştir. Vadinin hemen kenarında yer alan Olduvai Vadisi Müzesi'nde bölgenin tarihöncesine ilişkin birtakım sergiler bulunurken Olduvai'den çıkartılan kalıntıların çoğu Nairobi'deki Kenya Ulusal Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Paranthropus boisei* Hominidae
- ❷ *Hipparion* Laurasiatheria
- ❸ *Panthera leo* Laurasiatheria
- ❹ *Deinotherium* Afrotheria
- ❺ *Homo habilis* Hominidae
- ❻ taş aletler
- ❼ *Sivatherium* Laurasiatheria
- ❽ *Pelorovis* Laurasiatheria
- ❾ *Crocuta* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

LEAKEY, M.D. 1971. *Olduvai Gorge: Excavation in Beds 1 ve 2*. 1960-1963. Cambridge University Press, Cambridge

WEB SİTELERİ

en.wikipedia.org/wiki/Olduvai_Gorge
www.sfu.ca/archeology/museum/olduvai/index2.html



Putorana Platosu Sibirya'nın sonsuz genişlikle bir alanı kaplıyormuş gibi görünen lav düzlükleri, Permiyen'in sonlarında bütün canlıların yüzde 80'inden çoğunun yeryüzünden silindiği, Dünya tarihinin en önemli olaylarından birinin kaydını tutmuşlur.

PAPATOWAI 244-245

Otago, Güney Adası, Yeni Zelanda

700 yıl önce

Yeni Zelanda'nın Buzul Çağı megafaunasının son üyesi olan uçamayan moaların soyu, yaklaşık 700 yıl önce Okyanusya'dan gelen insanlar tarafından çok kısa sürede tüketildi. Günümüzde, moaların öldürüldüğü birçok saha –kumullar, mağaralar vs.- Yeni Zelanda'nın hem kıyılarında hem de kıyıdan biraz içeride kalan bölgelerinde keşfedilmiştir. Zengin bir yiyecek kaynağı olan bu kuşların soyunun insanlar tarafından tüketildiğini gösteren birçok iz bulunmuştur.

Onların kalıntıları da başta Dunedin'deki Otago Müzesi ve Wellington'daki Yeni Zelanda Müzesi olmak üzere çeşitli müzelerde görülebilir.

TÜR LİSTESİ

- *Petroica* Neognathae
- *Apteryx* Palaeognathae
- *Dinornis giganteus* Palaeognathae
- *Euryapteryx* Palaeognathae
- *Arctocephalus forsteri* Laurasiatheria
- *Homo sapiens* Hominidae
- *Emeus* Palaeognathae

İLERİ OKUMA

ANDERSON, A. 1989. *Prodigious Birds*. Cambridge University Press, Cambridge
DARBY, J. ve diğerleri 2003. *The Natural History of Southern New Zealand*. University of Otago Press, Dunedin
HOLDAWAY, R.N. ve JACOMB, C. 2000. *Rapid Extinction of the Moas. (Aves: Dinornithiformes): Model, Test and Implications*. Science (24 Mart) 2250-2254. sayfalar

WEB SİTESİ

www.nzbirds.com/birds/moa.html

PUTORANA PLATOSU 108-109

Sibirya, Rusya

252-251 milyon yıl önce

Bazalt akıntısının günümüzde Sibirya'da kapladığı alan 675.000 km²'dir –ilk gerçekleştiğindeyse 7 milyon kilometrekare kadar geniş bir alanı kapladığı tahmin ediliyor. Bu kadar geniş bir alanı kaplayacak lavın yarım milyon yıldan daha kısa sürede ve en az dört değişik merkezden yayıldığı tahmin ediliyor. Bu, Dünya tarihindeki en büyük lav patlamalarından biridir ve yine Dünya tarihindeki en büyük yok oluş felaketi olan Permiyen sonu soy tükenişiyle aynı zamana denk düşer.

En kolay ulaşılabilen ve üzerinde en çok çalışılan alan, Sibirya'nın kuzeybatısında yer alan Putorana Platosu'nun batısındaki Norilsk bölgesindedir. Burada, birbirinden ayrı en az 11 püskürme dizisinde gerçekleşen 45 püskürmede akan lavlar, 3.700 m kalınlığa ulaşmıştır. Bu püskürmeler, onlarca hatta yüzlerce metre kalınlıkta lav katmanlarının ve bunların arasında da kül katmanlarının oluşmasına yol açmıştır. Böylesi bir kül katmanı, 15-25 m kalınlıktadır ve 30.000 km²'den daha geniş bir alanı kaplar. Öte yandan Sibirya'nın kuzeydoğusundaki Maymecha Kotuy bölgesindeki volkanik tabakaların kalınlığı, 6.500 m'den daha derinlere kadar inmektedir.

TÜR LİSTESİ

- *Archosaurus* Archosauria

WEB SİTESİ

www.le.ac.uk/gl/ads/SiberianTraps/Index.html

RANCHO LA BREA 234-235

Los Angeles, California, ABD

20.000 yıl önce

Ünlü La Brea katran çukurları ilk olarak İspanyol kâşiflerce 1769'da kaydedilmiştir. Amerikan yerlileri onların zaten çok uzun zamandır farkındaydı ve onlardan çıkan asfaltı yapıştırıcı olarak kullanıyorlardı. İlk beyaz yerleşimciler katılaşmış katranın içinde gömülü kemikleri kısa sürede keşfettiler. 1877'de paleontolog William Denton, bu kalıntıların bir bölümünün soyu tükenmiş hayvanlara ait olduğunu fark etti. Ne var ki saha California Üniversitesi'nden John C. Merriam'ın ilk ciddi kazıları başlattığı 1912 yılına kadar unutuldu.

Katran çukurları günümüzde Los Angeles kent merkezinde, binalarla kuşatılmış Hannock Parkı sınırları içinde yer almaktadır. Yüz kadar çukurun çoğundaki büyük hayvan fosillerinin tümü çıkartılmıştır. Araştırmacılar artık dönemin doğal çevresi hakkında bilgi



verebilecek böcek ve polen gibi küçük fosillerin peşindedir. Bilim insanları da eldeki on binlerce fosil üzerinde yeniden yaptıkları incelemelerde sürekli yeni keşifler gerçekleştiriyor. Yakındaki Page Müzesi'nde etkileyici birçok fosil sergileniyor. Kazı sezonu sırasında ziyaretçiler, paleontologları 91 numaralı çukurda çalışırken izleyebiliyor. La Brea buluntularının bir bölümü de başka müzelerde sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

1. *Teratornis merriami* Neognathae
2. *Neotoma* Euarchontoglires
3. *Equus occidentalis* Laurasiatheria
4. *Smilodon* Laurasiatheria
5. *Bison antiquus* Laurasiatheria
6. *Paramylodon* Xenarthra
7. *Camelops* Laurasiatheria
8. *Panthera leo atrax* Laurasiatheria
9. *Arctodus* Laurasiatheria
10. *Canis dirus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

HARRIS, J.M. ve JEFFERSON, G.T. 1985. *Rancho La Brea: Treasures of the Tar Pits*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 31

NUDDS, J.R. ve SELDEN, P.A. 2008. *Fossil Ecosystems of North America*. Manson Publishing, Londra (*bkz*. 14. Bölüm)

STOCK, C. ve HARRIS, J.M. 1992. *Rancho La Brea: A Record of Pleistocene Life in California*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 37

WEB SİTELERİ

www.tarpits.org
www.ucmp.berkeley.edu/quaternary/labrea.html

Rhynie Chert İskoçya Aberdeenshire'daki Rhynie engebeli arazileri Devoniyen tabakalarının yanı sıra, kara bitkilerinin evrimindeki ilk aşamaların kanıtlarını içeren, dünyanın en önemli fosil sahalarından birini de gizler ve korur.

RHYNIE CHERT — 70-71

Aberdeenshire, İskoçya

408 milyon yıl önce

Yasal koruma altındaki bu Özel Bilimsel İlgi Sahası yerin üstünde değildir; kayaları ve fosilleri yerin altındadır. İlk fosillerin bulunduğu 1913'ten beri kazılar periyodik olarak sürdürülüyor. Burada korunmuş olan ilk kara bitki ve hayvan topluluğunun fosilleri korunma kalitesi açısından dünyaca ünlüdür. Edinburgh'daki İskoçya Ulusal Müzesi'nin Rhyne Chert'te bir sergisi vardır.

TÜR LİSTESİ

1. *Asteroxylon* Lycopsida
2. *Palaeocharinus* Chelicerata
3. *Protacarus* Chelicerata
4. *Leverhulmia* Crustacea
5. *Aglaophyton* Rhyniophyta
6. *Horneophyton* Rhyniophyta
7. *Lepidocaris* Crustacea
8. *Rhyniella* Hexapoda
9. *Rhynia* Rhyniophyta
10. *Nothia* Rhyniophyta

İLERİ OKUMA

SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra

CLEAL, C.J. ve THOMAS, B.A. 1995. *Paleozoic Palaeobotany of Great Britain*. Chapman & Hall, Londra

WEB SİTELERİ

www.abdn.ac.uk/rhynie/
www.unimuenster.de/GeoPaleontologie//Palaeo/Palbot/erhynie.html
www.ucmp.berkeley.edu/devonian/rhynie.html

RIVERSLEIGH — 208-209

Queensland, Avustralya

23 milyon yıl önce

Avustralya'daki bu dikkat çekici sahada aralarında memelilerin, kuşların ve sürüngenlerin de bulunduğu Oligosen ve Miyosen hayvanlarının büyükçe bir bölümünün fosilleri vardır. Bunlar, bir zamanların gür tropikal ormanının yarı kurak bir çayıra dönüşmeye başladığı sırada oluşmuş sert kireçtaşından göl çökellerinde ve mağaralarında bulunmuştur. Sahada yürütülen bilimsel kazılarda sık sık yeni keşifler yapılmaktadır. Ama kazı alanlarından yalnızca biri ziyaretçilere açıktır. Buradan çıkarılanların çoğu, sahadan 250 km uzaktaki Isa Dağı'ndaki Riversleigh Fosil Merkezi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

1. *Litokoala* Marsupialia
2. *Namilamadeta* Marsupialia
3. *Priscileo* Marsupialia
4. *Bullockornis* Neognathae
5. *Montypythonoides* Lepidosauria
6. *Distoechurus* Marsupialia
7. *Hypsiprymnodon* Marsupialia
8. *Yalkaparidon* Marsupialia
9. *Burramys* Marsupialia
10. *Strigocuscus* Marsupialia
11. *Litoria* Lissamphibia
12. *Nimbacinus* Marsupialia
13. meliphagid Neognathae
14. *Paljara* Marsupialia
15. paradisaeid Neognathae
16. *Pseudochirops* Marsupialia
17. *Ekaltadeta* Marsupialia
18. *Brachipposideros* Laurasiatheria
19. *Neohelos* Marsupialia
20. *Physignathus* Lepidosauria

İLERİ OKUMA

ARCHER, M., HAND, S.J. ve GODTHELP, H. 2001. *Australia's Lost World: Prehistoric Animals of Riversleigh*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTELERİ

www.outbackatisa.com.au/
whc.unesco.org/pg.cfm?cid=31&id_site=698
www.rivsoc.org.au

ROCKY RIVER VADİSİ — 80-81

Ohio, ABD

370 milyon yıl önce

Dev arthrodire balık *Dunkleosteus*'un tam olmayan kalıntıları Ohio'da Rocky River Vadisi'ndeki Geç Devoniyen şeyllerinde –Polonya ve Fas'ın yanı sıra– bulunmuştur. Bu cinsin adı Cleveland Doğa Tarihi Müzesi'nin önceki küratörü Dr. David Dunkle'dan geliyor. Bu müzede *Dunkleosteus*'a ayrılmış özel ve kalıcı bir sergi bulunuyor. Hayvanın başının dolgu modelleri, Brisbane'deki Queensland Müzesi gibi başka müzelerde de görülebilir.

TÜR LİSTESİ

1. *Cladoselache* Chondrichthyes
2. *Dunkleosteus* Gnathostomes
3. *Ctenacanthus* Chondrichthyes

WEB SİTELERİ

cmnh.org/site/ResearchhandCollections/VertebratePaleontology/Collections.aspx
www.ucmp.berkeley.edu/vertebrates/basalfish/placodermi.html
www.fossilmuseum.net/Fossil_Galleries/Fish_Devonian/Dunkleosteous/Dunkleosteous.htm

RUSİNGA ADASI 210-211

Victoria Gölü, Kenya

18 milyon yıl önce

Rusinga Adası, neredeyse tümüyle Miyosen canlılarının fosillerini barındıran ve 17-20 milyon yıl önce oluşmuş çökellerden meydana gelir. Ağaçlık alanlarda yaşayan çifttoynaklılar, kemirgenlerin ve insansı maymunların çok sayıda fosili, yaşadıkları çevrelere yakın yerlerde fosilleşmiş ve korunmuştur. Buradan çıkartılan fosiller, Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde ve Nairobi'deki Kenya Ulusal Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- *Chalicotherium* Laurasiatheria
- *Gymnurechinus* Laurasiatheria
- *Proconsul* Primates
- *Paranomalurus* Euarchontoglires
- *Masritherium* Laurasiatheria
- *Rhychocyon* Afrotheria
- *Python* Lepidosauria
- *Gomphotherium* Afrotheria
- *Dendropithecus* Anthropoidea
- *Dorcatherium* Laurasiatheria
- *Hyainailourus* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

STRINGER, C. ve ANDREWS, P. 2005. *The Complete World of Human Evolution*. Thames & Hudson, Londra
WALKER, A. ve SHIPMAN, P. 2005. *The Ape in the Tree*. Belknap, Cambridge
WALKER, A. ve TEAFORD, M. 1989. *The Hunt for Proconsul*. Scientific American (Ocak) 76-82. sayfalar

WEB SİTESİ

en.wikipedia.org/wiki/Rusinga_island

SACABAMBILLA 60-61

Cochabamba, Bolivya

455 milyon yıl önce

Çenesiz balıklara (agnatha) ait bilinen en eski fosillerden bazıları 1986'da Bolivya Andları'nın doğu dağ sırasındaki Üst Ordovisiyen tabakalarında çalışan bir Fransız paleontolog ekibince bulunmuştur. Kayalar, 4.000 m yüksekte, Cochamba yakınlarındaki dağ köyü Sacabambilla civarında yüzeylenmiştir.

TÜR LİSTESİ

Sacabambaspis "Agnatha"
lingulid dallıbacaklı Brachiopoda

İLERİ OKUMA

JANVIER, P. 1996. *Early Vertebrates*. Clarendon Press, Oxford

WEB SİTESİ

www.tolweb.org/Arandaspida

SHAND GOL 206-207

Moğolistan

30 milyon yıl önce

Ulan-Batur'un 480 km güneybatısında yer alan bu sahanın Erken Oligosen'den kalma fosillerini ilk kez Roy Chapman Andrews'un 1920'li yıllardaki ünlü Orta Asya keşif gezilerinde çalışmış paleontologlar bulmuş ve betimlemiştir. Daha sonra Sovyet Bilimler Akademisi'nin 1940'lı yıllarda düzenlediği gezilerde de birçok fosil bulunmuştur. Sahadan çıkartılan en dikkat çekici fosil, dev *Indricotherium*'unkidir. Bu, aslında burada bulunan birçok memeliden yalnızca biridir; ama ötekiler hem küçüktür hem de yalnızca dişlerinden ya da birkaç iskelet parçasından bilinmektedir.

Çıkartılan fosiller New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde, Moskova'daki Rus Bilimler Akademisi Paleontoloji Enstitüsü'nde ve Ulan-Batur'daki Moğolistan Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji-Stratigrafi Bölümü'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- *Plesictis* Laurasiatheria
- *Hyaenodon* Laurasiatheria
- *Palaeoprionodon* Laurasiatheria
- *Amphicynodon* Laurasiatheria
- *Indricotherium* Laurasiatheria
- *Cricetops* Euarchontoglires
- *Ochonta* Euarchontoglires
- *Nimravus* Laurasiatheria
- *Tupaiodon* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

MELLETT, J.S. 1968. *The Oligocene Hsanda Gol Formation, Mongolia: A Revised Faunal List (American Museum Novitiates no. 2318)*. American Museum of Natural History, New York
WANG ve diğerleri 2005. *American Museum Novitiates no. 3483*. American Museum of Natural History, New York

SHANGHUANG 200-201

Güney Jiangsu Eyaleti, Çin

45 milyon yıl önce

Çin'in Güney Jiangsu Eyaleti'nde Shanghuang yakınlarındaki kireçtaşı tabakalarının çatlak dolguları arasında Orta Eosen'den kalma minik dişler ve bazı başka anthropoid iskeleti parçaları bulunmuştur. Bu kireçtaşı tabakalarında taşocakları halen çalıştığından, fosiller yalnızca, paleontologlar buralardan yarık tabakalarını toplayabildiklerinde elde edilebilmektedir.

İlk anthropodlara ait merak uyandırıcı bu fosillerden bazıları, Pittsburgh'daki Carnegie Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- eosimiid Anthropoidea
- *Eosimias* Anthropoidea
- *Adapoides* Primates

İLERİ OKUMA

BEARD, C. 2004. *The Hunt for the Dawn Monkey: Unearthing the Origins of Monkeys, Apes, and Humans*. University of California Press, Berkeley

WEB SİTESİ

www.en.wikipedia.org/wiki/eosimias

SIWALIIK TEPELERI 212-213

Hindistan ve Pakistan

12 milyon yıl önce

Dünyanın en etkileyici Kenozoyik fosil sahalarını içinde barındıran Siwalik Tepeleri'nin Orta Miyosen'den Geç Miyosen'e kadar olan tabakaları Pakistan'da ve Hindistan'ın kuzeybatısında yüzeylenmiştir. Özellikle 9-14 milyon yıl arasında değişen yaşlardaki Chinji-Nagri Formasyonları fosil içeren birçok yatak barındırır. 1973'ten bu yana Yale Peabody Müzesi'nden David Pilbeam ve çalışma arkadaşları, Potwar Platosu'nda 900 farklı noktadan 40.000'in üzerinde fosil toplamış ve kataloglamıştır. Çıkartılan örnekler Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde korunuyor.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Hippopotamodon* Laurasiatheria
- ❷ *Percrocuta* Laurasiatheria
- ❸ *Platybelodon* Afrotheria
- ❹ *Protragocerus* Laurasiatheria
- ❺ *Hyainailourus* Laurasiatheria
- ❻ *Sivapithecus* Hominidae
- ❼ *Gomphotherium* Afrotheria
- ❽ *Chalicotherium* Laurasiatheria
- ❾ *Eutamius* Euarchontoglires
- ❿ *Giraffokeryx* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

STRINGER, C. ve ANDREWS, P. 2005. *The Complete World of Human Evolution*. Thames & Hudson, Londra
ANDREWS, P. ve CRONIN, J. 1982. *The Relationships of Sivapithecus and Ramapithecus and the Evolution of the Orang Utan*. Nature (17 Temmuz), 541-546. sayfalar
PILBEAM, D. IN BERNOR, D. ve diğerleri 1996. *Evolution of the Western Eurasian Neogene Mammals*. Columbia University Press, 96. sayfa
BARRY, J.C. IN VRBA, E.S. ve diğerleri 1995. *Paleoclimate and Evolution*. Yale University Press, New Haven

WEB SİTESİ

www.portal.gsi.gov.in/pls/portal/url/page/gsi_static/gsi_stat_geo_tourism_monuments

SOLNHOFEN 140-143

Bavyera, Almanya

151 milyon yıl önce

Güney Almanya'nın ince taneli ve ince laminalı kireçtaşları, fayans yapımında ve taşbaskıda kullanılmak için yüzlerce yıl boyunca birkaç taşocağından çıkartılmıştır. Buralardan aynı zamanda binlerce fosil de çıkmıştır. Bu fosiller –aralarında dünyanın en ünlü fosillerinden biri olan *Archaeopteryx*'inki de vardır– özel müşterilere ve müzelere satılmıştır. Solnhofen'dan çıkartılan fosillerin bir bölümü Berlin'deki Humboldt Doğa Tarihi Müzesi'nde, Eichstatt'taki Jura Müzesi'nde ve Solnhofen'daki Burgermeister Müller Müzesi'nde sergilenmektedir. Sahanın uzağında olmalarına karşın Hollanda Haarlem'deki Teyler Müzesi'nde ve Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde de bazı önemli parçalar bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ 140-141

- ❶ *Aegirosaurus* Ichthyosauria
- ❷ *Compsognathus* Theropoda
- ❸ *Bavarisaurus* Lepidosauria
- ❹ *Archaeopteryx* Avialae
- ❺ *Rhamphorhynchus* Pterosauria
- ❻ *Ginkgoites* Ginkgoales
- ❼ *Mesolimulus* Chelicerata
- ❽ *Leptolepides* Actinopterygii

TÜR LİSTESİ 142-143

- ❶ *Tarsophlebia* Hexapoda
- ❷ *Aeger* Crustacea
- ❸ *Pterodactylus* Pterosauria
- ❹ *Caturus* Actinopterygii
- ❺ *Acanthoteuthis* Mollusca
- ❻ *Cyleryon* Crustacea
- ❼ *Aspidorhynchus* Actinopterygii

İLERİ OKUMA

BARTHEL, K.W. SWINBURNE, N.H.M ve CONWAY MORRIS, S. 1990. *Solnhofen: A Study in Mesozoic Paleontology*. Cambridge University Press, Cambridge
SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra

WEB SİTELERİ

palaeo.gly.bris.ac.uk/Palaeofiles/Lagerstatten/Solnhofen/
home.arcor.de.ktdykes//altmuehl.htm
www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/solnhofen/Solnhofen_Lagerstatt.htm
www.yale.edu/ypmip/locations/solnhofen.htm

SOOM SHALE 62-63

Güney Afrika

450 milyon yıl önce

Soom Shale'deki kazı alanları halka açık değildir. Yüzeylenmiş tabakalar Güney Afrika'nın Western Cape Bölgesi'ndeki Cederberg Dağları'nda yer alır ama az sayıda fosil içerir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Onychopterella* Chelicerata
- ❷ nautiloid Mollusca
- ❸ orbiculoid dallıbacaklı Brachiopoda
- ❹ *Promissum* Conodonta
- ❺ *Soomaspis* Trilobita

İLERİ OKUMA

SELDEN, P. ve NUDDS, J. 2004. *Evolution of Fossil Ecosystems*. Manson Publishing, Londra

WEB SİTELERİ

palaeo.gly.bris.ac.uk/palaeofiles/lagerstatten/soom/fauna.html

ST. PIETER DAĞI 176-177

Maastricht, Hollanda

68 milyon yıl önce

Meuse Irmağı'na yakın St Pieter's Dağı'nda bulunan ünlü Maastricht mosasaurunun kafatası, 18. yüzyılın sonlarında Napoléon'un askerlerince ele geçirildiğinden beri Paris'teki Fransız

Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmektedir. Ne var ki Maastricht, günümüzün zengin fosil kaynaklarından biridir. Maastricht Doğa Tarihi Müzesi'nde de Karbonifer'den Kuvaterner'e kadar uzun bir dönemi kapsayan ve aralarında bir mosasaur modelinin de olduğu zengin koleksiyonlar bulunmaktadır.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Mosasaurus* Lepidosauria
- ❷ *Belemnitella* Mollusca
- ❸ *Scaphites* Mollusca
- ❹ *Squalicorax* Chondrichthyes
- ❺ *Marsupites* Echinodermata
- ❻ *Temnocidaris* Echinodermata
- ❼ *Hyotissa* Mollusca
- ❽ *Plagiostoma* Mollusca

WEB SİTELERİ

http://www.nhmmaastricht.nl

STERKFONTEIN 218-219

Güney Afrika

2,8 milyon yıl önce

Sterkfontein'in kireçtaşı mağaralarındaki ilk fosil keşfi, 1890'lı yıllarda başlayan ticari maden etkinlikleri sırasında gerçekleşmiştir. Ancak Raymond Dart ve Robert Broom'un 1930'lu yıllarda bir ekiple bilimsel kazılara başlamasına kadar bu yönde bir girişim olmamıştır. Dart, kısa süre önce ilk australopithecine fosilini (ünlü "Tang çocuğu") keşfetmişti. Sterkfontein bölgesinden çıkartılan kalıntılar arasında ilk yetişkin *Australopithecus africanus* ve daha gürbüz cins *Paranthropus*'un kalıntıları da vardır. Bu sahada yapılan keşifler günümüzde de sürmektedir. Şimdiye değin 1.000'in üzerinde insangil iskeleti parçası bulunmuştur. Bunlar da insanın geçmişinin birkaç milyon yıllık bir bölümünün parçalı öyküsünü anlatmaktadır.

Günümüzde Sterfontein ve çevresindeki mağaralar "İnsanlığın Beşiği" Dünya Mirası Sahası olarak anılıyor. Kazılar da birkaç alanda yürütülüyor. Johannesburg'a yakın olan Sterkfontein'daki yeni Maropeng Ziyaretçi Merkezi 2005'te açıldı. Burada orijinal fosiller, dönüşümlü olarak sergileniyor.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Protea* Angiospermae
- ❷ *Megalotragus* Laurasiatheria
- ❸ *Panthera pardus* Laurasiatheria
- ❹ *Canis mesomelas* Laurasiatheria
- ❺ *Australopithecus africanus* Hominidae
- ❻ *Stephanoeatus* Neognathae
- ❼ *Hippotragus* Laurasiatheria
- ❽ *Antidorcas* Laurasiatheria
- ❾ *Homotherium* Laurasiatheria
- ❿ *Papio* Anthropoidea

WEB SİTELERİ

www.maropeng.co.za
whc.unesco.org/en/list/915

STRELLEY POOL 36-39

Pilbara Craton, Batı Avustralya, Avustralya

3,43 milyar yıl önce

Batı Avustralya'nın erişilmesi zor bölgelerinden birindeki bu sahada en eski ve en iyi korunmuş stromatolit fosilleri yüzeylenmiş durumdadır.

KORUNABİLMİŞ JEOLOJİK KANITLAR 36-37

- ❶ "yumurta kartonu" yapı Stramatolitler
- ❷ "köşe sığlığı" yapısı Stramatolitler
- ❸ "kabuklu/kubbeli" yapı Stramatolitler

TÜR LİSTESİ 38-39

- ❶ *Primaevifilum* Stramatolitler
- ❷ *Archaoscillatoriopsis* Stramatolitler

İLERİ OKUMA

KNOLL, A.H. 2003. *Life on A Young Planet*. Princeton University Press, Princeton

WEB SİTESİ

www.dmp.wa.gov.au/5243.aspx

TENDAGURU 136-137

Tanzanya

152 milyon yıl önce

Tanzanya'nın güneydoğusundaki erişilmesi zor Tendaguru'dan 1907 ile 1931 arasında 200 tonu aşkın –aralarında birçok dinozorun da olduğu– Geç Jura fosili, önce Alman sonra da Britanyalı bilim insanlarınca çıkartılmıştır. Çıkartılan fosiller gemilerle Avrupa'ya gönderilmiştir. Bunların arasında Brachiosaur gibi sauropodların neredeyse eksiksiz fosilleri de vardı. Almanya'ya gidenler Berlin'deki Doğa Tarihi Müzesi'nde, İngiltere'ye gidenler de Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmiştir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ paramecellodid Lepidosauria
- ❷ *Dicraeosaurus* Sauropodamorpha
- ❸ gleicheniacean eğreltiotu Filicopsida
- ❹ *Brachiosaurus* Sauropodomorpha
- ❺ *Rhamphorhynchus* Pterosauria
- ❻ *Tendagurutherium* Mammalia
- ❼ *Dryosaurus* Ornithischia
- ❽ *Elaphrosaurus* Theropoda
- ❾ *Barosaurus* Sauropodamorpha
- ❿ *Kentrosaurus* Ornithischia
- ⓫ cheriolepidacean Coniferopsida

İLERİ OKUMA

MAIER, G. 2003. *African Dinosaurs Unearthed: the Tendaguru Expeditions*. Indiana University Press, Bloomington

WEB SİTESİ

www.museum.hu-berlin.de/ausstellungen/ausstellungen_2201.asp?lang=1



Strelley Pool Batı Avustralya'daki bu çorak alanda yer alan stromatolitik kayalar, 3,4 milyar yıl önce tropikal sularda gelişen en erken mikrobik yaşamın en iyi korunmuş kanıtlarını içerir.

TEXAS REDBEDS 98-99

Texas, ABD

295 milyon yıl önce

1877'de büyük dinozor avcısı Edward Drinker Cope, Texas'taki Seymour dolaylarında yüzeylenmiş kayalara gömülü bol miktarda Permiyen fosili keşfetmişti. Buradaki kazılar, o tarihten bu yana zaman zaman sürdürülmektedir. Çıkartılan fosiller, özellikle de synapsid *Dimetrodon*, dünyanın önde gelen müzelerinde sergilenmektedir. Ama en iyi koleksiyonlardan biri, Texas'taki Houston Doğa Tarihi Müzesi'ndekidir.

TÜR LİSTESİ

- *Meganeuropsis* Hexapoda
- *Araeoscelis* Diapsida
- *Dunbaria* Hexapoda
- *Captorhinus* "Reptilia"
- dipnoan Sarcopterygii
- *Dimetrodon* Synapsida
- *Diplocaulus* Lepospondyli
- *Eryops* Temnospondyli
- *Edaphosaurus* Synapsida

WEB SİTESİ

www.hmns.org/exhibits/permanent_exhibits/paleontology.asp

TRENTON 58-59

New Jersey, ABD

461 milyon yıl önce

Orta Ordovisiyen'den Geç Ordovisiyen'e kadar olan dönemden fosiller içeren kireçtaşı resifleri ve şeylleri, Kuzey Amerika'da New York'tan Illinois'e kadar çok geniş bir bölgeye dağılmış birçok tarihi sahada yüzeylenmiştir. Bu fosillerin temsil ettiği birçok omurgasız grubu arasında en iyi bilinenler, herhalde trilobitler ve crinoidlerdir. 19. yüzyılın sonunda Roma'daki Utica Şeyli'nde ve New York'ta Geç Ordovisiyen trilobiti *Triarthrus*'un keşfi, bu eklembacaklıların yumuşak uzuvlarına ilişkin ilk sağlıklı bilgileri sağlamıştır.

Bu tabakalardaki fosiller ABD'deki belli başlı birçok müzede yer almaktadır. En iyi örneklerin bulunduğu bazı müzeler arasında Albany'deki New York State Müzesi, Chicago'daki Field Müzesi, New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi ve New Haven'daki Yale Peabody Müzesi sayılabilir.

TÜR LİSTESİ

- *Sinuites* Mollusca
- *Megalograptus* Chelicerata
- *Balanacrinus* Echinodermata
- *Homotelus* Trilobita
- *Orthoceras* Mollusca
- *Salteraster* Echinodermata
- *Sowerbyella* Brachiopoda

İLERİ OKUMA

LEVI-SETTI, R. 1993. *Trilobites*. University of Chicago Press, Chicago

WHITTINGTON, H.B. 1992. *Trilobites. Fossils Illustrated Volume* 2. The Boydell Press, Woodbridge, Suffolk

WEB SİTELERİ

www.peabody.yale.edu/collections/ip/

www.nysm.nysed.gov/ (linkleri izleyin)

UKHAA TOLGOD 170-173

Moğolistan

80 milyon yıl önce

1920'li yıllarda Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nden Roy Chapman Andrews'un düzenlediği keşif gezilerinden sonra Moğolistan'ın Gobi Çanağı'ndaki fosil zenginlikleri, Sovyet ve Polonyalı paleontologlarca ve son zamanlarda yine Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nin araştırmacıları tarafından araştırılmaktadır. Dinozorların, kertenkelelerin ve küçük memelilerin binlerce fosili, bu kurak araziye yayılmış halde, Ukhaa Tolgod ve Kampaniyen Çağı (yaklaşık 80 milyon yaşında) Djadokhta Formasyonu tabakaları gibi birçok sahada bulunmuştur. Çıkartılan örnekler New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde, Varşova'daki Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji Enstitüsü'nde ve Ulan Batur'daki Moğolistan Bilimler Akademisi'nin Paleontoloji Enstitüsü'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ 170-171

- *Pinacosaurus* Ornithischia
- *Zalambdalestes* Eutheria
- *Kryptobataar* Mammalia
- *Protoceratops* Ornithischia
- *Estesia* Lepidosauria
- *Mononykus* Theropoda
- *Saurornithoides* Theropoda

TÜR LİSTESİ 172-173

- *Oviraptor* Theropoda
- *Velociraptor* Theropoda
- *Nemegtbataar* Mammalia

İLERİ OKUMA

NOVACEK, M. 1996. *Dinosaurs of the Flaming Cliffs*. Anchor Books, New York

KIELAN-JAWAROWSKA, Z. 1969. *Hunting for Dinosaurs*. The Mapple Press Company, York, PA

WEB SİTELERİ

digitallibrary.amnh.org/ (M. Norrel'in makalelerini arayınız)

www.geosciences.unl.edu/~dloope/pdf/NatHistory.pdf

AY VADİSİ 120-121

La Rioja Eyaleti, Arjantin

227 milyon yıl önce

Bilinen ilk dinozor fosillerinden bazıları, Arjantin'deki -2000'den bu yana Dünya Mirası Sahası kabul edilen- Ischigualasto/Talampaya Doğa Parkları'ndaki Geç Triyas tabakalarında bulunmuştur. Andlar'ın eteklerindeki bu uzak ama erişilebilir bölge, adından anlaşılacağı gibi çorak ve garip tepelerden oluştuğu için turistler açısından bir çekim merkezidir. Fosillere ender rastlanır ve çıkartılanlar Buenos Aires'teki Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilenmektedir.

TÜR LİSTESİ

- *Hyperodapedon* Archosauria
- *Exaeretodon* Cynodontia
- *Herrerasaurus* Saurischia
- *Saurosuchus* Archosauria
- *Protojuniperoxylon* Coniferopsida
- *Eoraptor* Saurischia

WEB SİTELERİ

www.en.wikipedia.org/wiki/Ischigualasto

www.ischigualasto.org/nuevoischi/ischigualasto/flash/default.htm

VOLGA HAVZASI 106-107

Rusya

260 milyon yıl önce

Bkz. Moskova ve Volga Havzaları.

New South Wales, Avustralya

40.000 yıl önce

Törenle gömüldüğü anlaşılan "Mungo İnsanı", 1970'li yıllardan beri Willandra Gölleri Dünya Mirası Sahası'nda marsupiyal kalıntılarıyla birlikte ortaya çıkartılan birkaç insangil kalıntısından yalnızca biridir. Buna yakın bir yerde, 40.000 yıl öncesine tarihlenen –dünyadaki en eski– insan yakma töreninden kalma kalıntılar bulundu –ki bu, boya serpmeli gömme töreniyle yakın yaşlarda olduğunu gösteriyordu. Bu saha, Avustralya Aborijinleri için özel bir önem taşıyor ve bu konuda duyarlılar. Ne var ki çıkartılan aletlerin çoğu Mungo Ulusal Parkı Ziyaretçi Merkezi'nde sergileniyor. Ayrıca bölgeye Aborijin korucuların eşliğinde rehberli turlar da düzenleniyor.

TÜR LİSTESİ

- ❶ balık kemikleri
- ❷ *Velesunio* Mollusca
- ❸ *Homo sapiens* Hominidae
- ❹ *Macropus* Marsupialia

İLERİ OKUMA

BOWLER, J.M. ve diğerleri 2003. *New Ages for Human Occupation and Climatic Change at Lake Mungo, Australia*. Nature (20 Şubat), 837-840. sayfalar

BURENHULT, G. 2003. *People of the Past*. Fog City Press, Sydney 147-170. sayfalar

WEB SİTELERİ

www.visitnsw.com/Mungo_National_Park_P629.aspx
www.whc.unesco.org/en/list/167

Dudley, İngiltere

425 milyon yıl önce

Yasal koruma altındaki bu Özel Bilimsel İlgi Sahası ve Ulusal Doğa Rezervi, gerçekte 600'den fazla deniz omurgasızı türüne ait binlerce fosilin çıkartıldığı tarihsel bir kireçtaşı ocağıdır. Bu fosiller, yakındaki Dudley Müzesi ve Cambridge Üniversitesi'ndeki Sedgwick Müzesi gibi İngiltere'nin çeşitli müzelerinde sergilenmektedir. Bunlar, küçük bir mercan resifinde yaşamış trilobit, dallıbacaklı, mercan ve yosun hayvancığı gibi kabuklu hayvanları temsil etmektedir.

TÜR LİSTESİ

- ❶ *Protochonetes* Brachiopoda
- ❷ *Halysites* Cnidaria
- ❸ *Monograptus* Graptolithina
- ❹ *Calymene* Trilobita
- ❺ *Gissocrinus* Echinodermata
- ❻ *Favosites* Cnidaria
- ❼ *Heliolites* Cnidaria
- ❽ *Atrypa* Brachiopoda
- ❾ *Cyrtograptus* Graptolithina
- ❿ *Ketophyllum* Cnidaria
- ⓫ *Dalmanites* Trilobita

İLERİ OKUMA

ALDRIDGE, R.J. ve diğerleri 2000. *British Silurian Stratigraphy*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough

WEB SİTELERİ

www.english-nature.org.uk/special/nnr/nnr_details.asp?NNR_ID=170
www.dudley.gov.uk/leisure-and-culture/museums-galleries/dudley-museum-art-gallery/heritage/ wrens-nest-national-nature-reserve

Pekin, Çin

540.000 yıl önce

Ünlü "Pekin İnsanı"nın bulunduğu Ejderha Kemiği Tepesi, günümüz Pekin'inin güneybatı banliyölerinde, Zhoukoudian yakınlarındadır. Buradaki mağara sistemi yaklaşık 140 m uzunluktadır. İnsanların içinde yaşadığı çok uzun zaman diliminde mağara tabanında birikmiş çökeller, bazı noktalarda 40 m derinliğe ulaşır. Sahanın uzun ve sorunlu bir geçmişi vardır. Örneğin orijinal fosillerin çoğu 2. Dünya Savaşı sırasında kaybolmuştur. Ama o zamandan beri aralıklı olarak yapılan kazılarda *Homo erectus*'a ait başka kalıntılar bulunmuştur. Neyse ki kaybolan kalıntıların dolgu modelleri duruyor. Çıkartılanların çoğu, sahada kurulan bir müzede korunuyor ve mağaraları görmek isteyen turistler uzun kuyruklar oluşturuyor. Zhoukoudian, 1987'de Dünya Mirası Sahası kabul edildi ve burada 1990'lı yıllardan bu yana uluslararası bir araştırma programı yürütülüyor.

TÜR VE ALET LİSTESİ

- ❶ aletler
- ❷ *Homo erectus/ergaster* Hominidae
- ❸ *Pseudaxis* Laurasiatheria
- ❹ *Megantereon* Laurasiatheria
- ❺ *Megaloceros* Laurasiatheria
- ❻ *Macaca* Anthropoidea
- ❼ *Canis* Laurasiatheria
- ❽ *Celtis* Laurasiatheria
- ❾ *Pachycrocuta* Laurasiatheria

İLERİ OKUMA

BOAZ, N.T. ve CIOCHON, R.I. 2004. Dragon Bone Hill. Oxford University Press, Oxford

VAN OOSTERZEE, P. 1999. Dragon Bones. Allen & Unwin, Sydney

WEB SİTELERİ

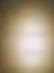
whc.unesco.org/en/list/449
www.unesco.org/ext/field/beijing/whc/pkm-site.htm



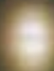
Ay Vadisi Arjantin'in bu kurak ve çorak bölgesinin adı, rüzgârın oyduğu garip görünümlü kayalardan gelir. Ama bu Geç Triyas tabakalarında saklı duran ilk dinozorların fosilleri, kayalardan çok daha büyüleyicidir.

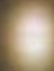


















TÜR DİZİNİ

Günümüzde yeryüzünde 10 milyon farklı canlı türünün yaşadığı tahmin ediliyor. Bunların yalnızca beşte biri tanımlanmış durumda. Dünya tarihi boyunca daha başka milyonlarca değişik canlı türü yaşadı ve yok oldu. Yaşayan ve soyu tükenmiş bu canlıların büyük bir bölümü birbirinden farklı birkaç düzine canlı grubunda yer alır. İleriki sayfalarda, kitaptaki panoramik resimlerde görülen türlerin bir listesi bulunuyor. Ayrıca türler, günümüzde yaşayan ve geçmişte yaşamış temel canlı gruplarındaki yerlerine konuyor.

TÜR DİZİNİ

A

B

C



D

E

F

G

H

I J

K L



M N

O

P





TÜRLERİN LİSTESİ

Yeryüzünde yaşam Paleozoyik Zaman'ın başlangıcından beri, 512 milyon yıldır muazzam çeşitlilikteki ekolojik nişi dolduracak şekilde çeşitlendi, değişik biçimlere büründü. Bununla birlikte, taşıdıkları ortak özelliklere ve soy hatlarına göre canlıların çok büyük bir bölümü, görece çok az sayıda –birbirinden farklı– gruptandır.

ÖRNEK MADDE

Latince adı ve yaygın adı Maddeler, Latinceleştirilmiş bilimsel adlarına göre düzenlenmiştir.

Dönemi Grubun yaşadığı dönem

Başka Gruplara Göre Yeri Bu kayıtlarda grubun kökeni ve kardeş grupları yer alır.

Alt Dallar Burada grubun içindeki temel alt dallar bulunur.

Betimleme Bu, grubun ayırt edici özelliklerinin anlatıldığı ana kısımdır.

Alt Gruplar Bu başlık temel bir alt dalı gösterir

Daha Düşük Düzeyli Alt Gruplar Bu başlıklarda genellikle Linneci "familya"lar gösterilir.

Tür Listesi Tür listesi, panoramik resimlere gönderme yapar.

ARCHOSAURIA (ARCHOSAURIAN SÜRÜNGENLER)

Triyas – Bugün

İÇİNDE *Diapsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Lepidosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria, Placodontia*

AYRICA BAKINIZ Pterosauria, Crocodyliformes, Dinosauria (Ornithischia ve Saurischa'yı içerir)

Timsahlar ve kuşlar, Archosauria'nın var olan temsilcileridir. Soy hattı Triyas'ın başlarına kadar uzanan bu grupta pterosaurlar ve kuşsu olmayan dinozorlar gibi soyu tükenmiş bazı hayvanlar da yer alır. Archosaurlar, kafataslarında, gözlerinin arkasındaki açıklıklarla tanımlanan diapsid sürüngenlerdir.

• **ARCHOSAUROMORPHA**

RHYNCHOSAURIDAE
Hyperodapedon 120-123

PROLACERTIDAE
Prolacerta 112-113
Tanystropheus 116-117

ACTINOPTERYGII (IŞIN YÜZGEÇLİ BALIKLAR)

Geç Silüriyen – Bugün

İÇİNDE *Osteichthyes*

KARŞILAŞTIRIN *Sarcropterygii*

Günümüzde actinopterygianlar, kemikli "balık" (**Osteichthyes**) denilen hayvanların büyük bir bölümünü oluşturur. Kıkırdaklı **Chondrichthyes** (köpekbalıkları ve vatozlar) ile **Sarcropterygii** (lob yüzgeçli balıklar) bunların dışındadır.

23.700 kadar yaşayan türle (birçoğu teleosttur) actinopterygianlar, bütün omurgalı hayvanların neredeyse yarısını oluşturur. Kökenleri Geç Silüriyen dönemlerinden gelen bu grup, 20-30 milyon yılda çok hızlı bir şekilde çeşitlenmiştir. Şimdi de okyanuslardan dağlardaki göllere ırmaklardan kaplıca sularına kadar bütün sucul ortamlarda vardırlar. Bu gruptaki hayvanların tipik özellikleri bedenlerinin pulla kaplı olması, batmamalarını sağlayan gaz dolu bir yüzme keselerinin bulunması ve ilerlemek için ışın yüzgeçlerini kullanmalarıdır.

Evrimleri üç aşamalı olmuştur: Geç Paleozoyik'in temel actinopterygianlarını ve "chondrosteanlar"ını, Mesozoyik'in neopterygian ya da "holostean" yayılımı izlemiştir; bunun ardından da Jura'da başlayıp günümüze dek süren bir teleost yayılımı olmuştur. Zaman içinde pulların yapısı ve boyutları, kalın ve ağır zırh görünümünden ince, esnek ve üst üste gelen teleost pullara doğru değişmiştir. İskelet indirgenmiş ve çene yapısı gelişmiştir. Temel actinopterygian beden yapısının çok çeşitli habitatlara ve yaşam tarzlarına olağanüstü bir uyum gösterme ve (yassı balık, yılanbalığı, garip görünüşlü derin deniz balıkları gibi) çok değişik şekillere girerek evrim geçirme yetisi vardır.

• **TEMEL ACTINOPTERYGII**

CHEIROLEPIDIDAE
Cheirolepis 76-77

STEGOTRACHELIDAE
Moythomasia 74-75

POLYPTERIDAE
Paratarrassius 86-87

• **CHONDROSTEI**

BIRGERIIDAE
Birgeria 116-117

BOBASATRINIDAE
Ebanaqua 102-103



Bigeye trevally (*Caranx sexfasciatus*). Bu yaygın deniz balıkları levrekgillerdendir –günümüz kemikli balıklarının yüzde 40'ını oluştururlar.

SAURICHTHYIFORMES
Saurichthys 116-119

PERLEIDIFORMES
Dipteronotus 114-115

• **NEOPTERYGII (HOLOSTEANLAR)**

SEMIONOTIDAE
Semionotus 126-127
Lepidotes 130-131

DEPEDIIDAE
Dapedium 128-129

AMIIDAE
Caturus 128-129, 142-143
Amia 190-191

• **TELEOSTEI**

ASPIDORHYNCHIDAE
Aspidorhynchus 142-143

PHOLIDOPHORIDAE
Pholidophorus 134-135

LEPTOLEPIDIDAE
Leptolepides 140-141

ICHTHYODECTIDAE
Cladocyclus 160-161

OSTEOGLOSSIFORMES
Lycoptera 156-157

ANGUILLIFORMES
Eomyrophis 194-195

CLUPEIFORMES
Knightia 190-191

GONORHYNCHIFORMES
Dastilbe 158-159

• **EUTELEOSTEI**

LOPHIIFORMES
Ceratoicthys 194-195
Lophius 194-195

BERYCIFORMES
Eoholocentrum 194-195

PERCIFORMES
Exellia 194-195
Mene 194-195
Psettopsis (levrekgil) 194-195

PLEURONECTIFORMES
Eobothus 194-195

AFROTHERIA (AFROTHERIAN MEMELİLER)

Geç Kretase – Bugün

İÇİNDE *Eutheria*

KARŞILAŞTIRIN *Xenarthra, Boreoeutheria*

Eutherian plasentalı (yani yavruların annenin rahmine plasentayla bağlı olduğu) memelilerin hemen hemen 100 milyon yıl önce ortaya çıkan ilk ana dalı Afrikalı bir gruptu (Afrotherian adı da oradan gelir). Bunların altsoyları arasında günümüz tenrekleri, yerdomuzları, altın köstebekleri, filfareleri ve biraz şaşırtıcı biçimde fillerin, denizineklerinin ve yabanfarelerinin de bulunduğu bir grup yer almaktadır.

Bütün Afrotheria türlerinin arasında en iyi fosil kayıtları, Erken Eosen dönemlerine dek uzanan ve o dönem yaklaşık 1 m boyundaki suaygırı benzeri *Moeritherium*'la temsil edilen fillerinkidir (proboscideanlar). Proboscideanlar, Afrika, Avrasya ve Amerikalarda yaygındılar. Soyu tükenmiş gomphoterlerin, mastodontların, mamutların ve günümüz Afrika ve Asya fillerinin de aralarında bulunduğu fil benzeri, etkileyici birçok türleri olmuştur.

• TUBULIDENTATA

ORYCTEROPODIDAE
Orycteropus (karıncayiyen) 214-215

• MACROSCELIDEA

MACROSCELIDAE
Rhynchocyon 210-211

• HYRACOIDEA

PROCAVIIDAE
Procavia (yabanfaresi) 226-227

• EMBRITHOPODA

ARSINOTHERIIDAE
Arsinotherium 202-203

MOERITHERIIDAE
Moeritherium 202-203

DEINOTHERIIDAE
Deinotherium 220-221

STEGODONTIDAE
Stegodon 238-239

• PROBOSCIDEA

MAMMUTIDAE
Mammut americanum (mastodon) 240-241

GOMPHOTHERIIDAE
Gomphotherium 210-213
Phiomia 202-203
Platybelodon 212-213
Anancus 214-215

ELEPHANTIDAE
Mammuthus primigenius (tüylü mamut) 232-233
Elephas 228-229
Loxodonta 216-217

"AGNATHA" (ÇENESİZ BALIKLAR)

Erken Kambriyen – Bugün

İÇİNDE *Kordalılar*

KARŞILAŞTIRIN *Gnathostomes*

AYRICA BAKINIZ Conodonta

Çok eskiden yaşamış bu garip görünüşlü, çenesiz balık grubunun bazı üyeleri, ilk baskın omurgalıları içerir. En yaygın oldukları dönem Silüriyen ve Devoniyen'di. Devoniyen'de ilk olarak tatlı sularda yayılmışlardı. Günümüzde balık asalağı ve taşemen gibi çok özelleşmiş birkaç türe indirgenmişlerdir. Agnathanlar ilk başlarda basit yapılı ağızlarıyla taban çökellerindeki suyu emip süzerek beslenen balıklardı. Sudaki yiyecek parçacıkları ve oksijen, solungaçlarda sudan süzülür; atık su da boğaz bölgesindeki solungaç açıklıklarından dışarı püskürtülürdü. Dişleri olmadığından agnathanların birçoğu avcı hayvanlardan korunmak için kemikten pul ve plakalarla kaplı olurdu. Ne var ki bunlar da hem hareketlerini sınırlıyordu hem de onlara kaba bir görünüm veriyordu.

• TEMEL AGNATHANLAR

MYXINOIDEA
myxinoid (balık asalağı) 88-89

• PTERASPIDOMORPHI

ARANDASPIDA
Sacabambaspis 60-61

HETEROSTRACI
Drepanaspis 72-73

ANASPIDA
Endeiolepis 76-77
Jamoytius 64-65

• CEPHALASPIDOMORPHI

BIRKENIIFORMES
Birkenia 64-65

THELODONTIFORMES
Loganellia 64-65

OSTEOSTRACI
Escuminaspis 76-77

AMNİYOTLAR (YUMURTLAYAN TETRAPODLAR)

Karbonifer – Bugün

İÇİNDE *Tetrapoda*

AYRICA BAKINIZ Sürüngenler, Sinapsidler, Diapsidler (aralarında Lepidosauria, Archosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria ve Placodontia da vardır)

Tetrapodların evrimindeki en önemli gelişmelerden biri, yumurtanın dişinin bedeni içinde döllenmesi ve ardından gelişen embriyonun koruyucu bir zarla kaplanmasıdır. Bu özel beceri, sürüngenleri, kuşları ve memelileri birleştiren ve amniyotlar olarak bilinen grubun temel özelliğidir. Daha sonra içeride, gelişen embriyonun çevresinde kabuk oluşturma da yumurtlayan hayvanlardan kuşların, sürüngenlerin ve birkaç ilkel memeli türünün ortak özelliğidir. Ne yazık ki yumurtalar, kabuk, kalsiyum karbonatla mineralleşmedikçe fosilleşmez –ki bu durumda bile çok ender korunabilirler. En eski yumurta fosilleri Triyas'tan kalmadır; ama amniyotlarda yumurtlama, kuşkusuz çok daha öncelere uzanır.

Afrika filleri (*Loxodonta africana*). Afrotherian memeli soy hattının günümüzde en büyük ve en iyi bilinen altsoyudur.



Bu nedenle amniyot fosillerinin tanımlanması bazı başka iskelet özelliklerine –özellikle de kafatasındakilere– dayanır. İlk sürüngenlerin kafataslarında –tıpkı kaplumbağa gibi günümüz chelonianlarında ve Permiyen'de ve Triyas'ta yaşamış ama artık soyu tükenmiş birkaç hayvan grubunda da olduğu gibi– yalnızca göz çukurları vardı. Kafatası tipine bakılarak tanımlanabilecek iki başka temel grup da sinapsidler ve diapsidlerdir. Memeliler ve onların soy hattındaki soyu tükenmiş gruplar gibi sinapsidlerin fazladan bir çift, diapsidlerinse fazladan iki çift kafatası açıklığı vardır. Bu durum timsahlar, yılanlar ve kertenkeleler gibi günümüz sürüngenlerinin büyük bir bölümünde ve kuşlarda görülen bir özelliktir. Soyu tükenmiş önemli diapsid grupları arasında pterosaurlar ve dinozorlar vardır. Son olarak dördüncü bir kafatası tipi de "euryapsid" diye adlandırılır. Bu tip, ichthyosaur ve plesiosaur gibi soyu tükenmiş deniz sürüngenlerinde görülür ve aslında –diapsidlerde olduğu gibi– alttaki bir çift açıklığın saklandığı durumun biraz gelişmiş halidir.

ANGIOSPERMAE (ÇİÇEKLİ BİTKİLER)

Jura – Bugün

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

KARŞILAŞTIRIN *Pteridospermales, Bennettitales, Cycadophyta, Ginkgoales ve Coniferopsida*

AYRICA BAKINIZ Graminae

Bugün karalardaki bitki örtüsü, otlardan ağaçlara kadar değişen 250.000 tür çiçekli bitkinin egemenliğindedir. 450 familya altında sınıflandırılan bu bitkiler büyük olasılıkla gelmiş geçmiş en çeşitli bitki grubudur. Kretase'nin sonlarında **Bennettitaller**in, iğneyapraklıların (**Coniferopsida**) ve sikadların (**Cycadophyta**) önüne geçerek, oldukça kısa sürede bu egemenliği kurmuşlardır. Çiçekli bitkilerde ayırt edici olan bir dizi özellik vardır. Ama bunların hiçbiri özgün özellikler değildir ve bütün çiçekli bitkilerde hepsi bir arada bulunmaz. Fosil kayıtlarında korunabilmiş en önemli kapalıtohumlu özelliği, tohum taslağını oluşturacak döllenmemiş tohumu kuşatıp koruyan dış kılıf ya da karpeldir. Bu yapı döllenmeyi güvence altına alır ve gelişen embriyonun hayvanlarca yenmesini de bir dereceye kadar engeller. Tohum taslaklarının benzer ama kısmi korunması, kapalıtohumlu olmayan sikadlar gibi bazı Mesozoyik bitkilerde de



Çiçek açmış manolya (Magnolia türleri) Bu modern çiçekler, uzun süre çiçekli bitkilerin yaşayan en ilkel takımı olduğu düşünülen Magnoliales Takımı'nın bir üyesidir. Temel angiosperm yapısından çok az farklılaşmış olduğu anlaşılan bazı özellikleri vardır.

görülür. Ayrıca çiçekli bitkilerde yaygın olan çift cinsiyetli üreme organlı çiçek yapılarının benzerlerine, artık soyu tükenmiş olan bennettitaleanlarda da rastlanır. Çiçekli bitkilerin yapraklarında çok belirgin bir damar ağı bulunur. Bunların benzerleri de Jura Devri'nde yaşamış tohumlu eğreltilerde (**Gymnospermopsida**) görülür.

• TEMEL ANGIOSPERMLER

Achaeofructus 154-155
nymphaealean türleri 158-159

• MAGNOLIALES (ÇİFTÇENEKLİLER)

MAGNOLIACEAE
Magnolia 178-179

LAURACEAE
Lauracean türleri 192-193

BERBERIDACEAE
Mahonia (sarıçalı) 204-205

HAMAMELIDAE
Platanus (çınar) 180-181, 188-189

PROTEACEAE
Protea 218-219

STERCULIACEAE
Florissantia 204-205

ROSACEAE
Rosa (gül) 204-205
Amelanchier (kayaarmudu) 204-205

CANNABACEAE
Celtis (melengiç) 188-189, 224-225
Lepidotes 130-131

MORACEAE
Ficus türleri (incir) 192-193

ANACARDIACEAE
Rhus (sumak –kaju familyası) 190-191

SAPINDACEAE
Koelreuteria (sarısalkım ağacı) 204-205

SIMARUBACEAE
Ailanthus (kavasya familyası) 190-191

RHAMNACEAE
Rhamnus 180-181

VITACEAE
Vitis (asma) 180-181

• LILIOPSIDA (TEKÇENEKLİLER)

ARACEAE
Zantedeschia 198-199

ARECIDAE
Sabalites (palmiye) 190-191
Ceriops (mangrov palmiyesi) 192-193
Epipremnum 202-203

TYPHACEAE
Typha (cattail) 190-191, 198-199

SPARGANIACEAE
Sparganium 156-157

ANTHROPOIDEA (ANTHROPOID ya da SIMIIFORM MEMELİLER)

Eosen – Bugün

İÇİNDE *Primatlar*

AYRICA BAKINIZ Hominoidea, Hominidae

"Yüksek primatlar" olarak da adlandırılan maymunlar ve insansı maymunlar, platyrrhinler, catarrhinler, cercopithecoidler ve **Hominoidea** olarak sınıflandırılır ve hepsi birlikte anthropoidleri (ya da öteki adıyla simiiformları) oluşturur. Yenidünya maymunlarının ayırt edici özellikleri, kavramaya yarayan kuyrukları ile kafatasındaki açık aralıklı konumlanmış "platyrrhin" burun açıklıklarıdır. Eskidünya maymunları ve insansı maymunlarınsa dar "catarrhin" burun açıklıkları vardır, burun delikleri aşağı bakar, ince bir perdeyle ayrılmıştır ve –eğer varsa– kuyrukları kavramaya yaramaz.

Genelde anthropoidlerin hepsi, ince ve dar yerine yuvarlak burun delikleri ve üst üste oturan büyük köpekdişleri gibi bazı ortak özellikler taşır. Uzun bir süre boyunca anthropoidlerin Afrika kökenli olduğu sanıldı, ama Çin'de bulunan –bilinen en eski– anthropoid fosili (*Eosimias*) ve Tayland'da bulunan *Siamopithecus* fosili gibi son bulgular, bu görüşle çelişmektedir. Ancak "Afrikalı köken" düşüncesini savunanlar, Asya'da bulunanları anthropoid olarak kabul etmiyor ve onların omomyid ya da tarsiyer gibi başka ilkel gruplardan olduğunu ileri sürüyor.

• TEMEL ANTHROPOIDLER

EOSIMIIDAE
eosimiid türleri 200-201
Eosimias 200-201

• CATARRHINI

PROCONSULIDA
Proconsul 210-211

PROPLIOPITHECIDAE
Aegyptopithecus 202-203

CERCOPITHECIDAE
cercopithecoid 214-215
Papio (babun) 218-219
Macaca (makak) 224-225

PLIOPITHECIDAE
Dendropithecus 210-211

ARCHAEOCYATHIDA

Kambriyen

Soyu tükenmiş bu deniz omurgasızları grubu süngerlerle akrabaydı ve yaklaşık 250 cinsi bulunuyordu. Türlerin birçoğunda basit geçirgen duvarlı, konik, kalkerden bir iskelet olurdu; ama bazıları ek olarak tomurcuklar da geliştirmişti. Deniz tabanında yetişen archaeocyathanlar bazı yerlerde resif oluşturacak kadar boldu.

IRREGULARES
Cambrocyathellus 46-47
Okulitchicyathus 46-47

REGULARES
radiocyathid türleri 46-47

ARCHOSAURIA (ARCHOSAUR SÜRÜNGENLER)

Triyas - Bugün

İÇİNDE *Diapsida*

KARŞILAŞTIRIN *Lepidosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria, Placodontia*

AYRICA BAKINIZ Pterosauria, Crocodyliformes, Dinosauria (aralarında Ornithischia ve Saurischia da vardır)

Archosauria'nın günümüzdeki temsilcileri timsahlar ve kuşlardır. İçinde artık var olmayan pterosaurlar ve kuşsu olmayan dinozorlar gibi soy hatlarının da bulunduğu Archosauria'nın kökeni Erken Triyas'a kadar uzanır. Archosaurlar, gözlerinin arkasındaki ek iki açıklıkla ayırt edilen diapsid sürüngenlerdir.

• ARCHOSAUROMORPHA

RHYNCHOSAURIDAE
Hyperodapedon 120-123

PROLACERTIDAE
Prolacerta 112-113
Tanystropheus 116-117
Sharovipteryx 118-119

• ARCHOSAURIA

RAUISUCHIDAE
Saurosuchus 120-121
Postosuchus 124-125

PROTEROSUCHIDAE
Archosaurus 108-109
Chasmatosuchus 110-111

PHYTOSAURIDAE
pseudopalatine türleri 124-125
Rutiodon 126-127

ORNITHOSUCHIDAE
Ornithosuchus 122-123

STAGONOLEPIDIDAE
Stagonolepis 122-123
Typothorax (aetosaur) 124-125

ORNITHODIRA
Scleromochlus 122-123

Mandril (*Mandrillus sphinx*). Bu anthropoid primatlar babunların yakın akrabasıdır. Büyük gruplar halinde yaşarlar Erkeklerin yüzlerindeki beyaz hatların aralarındaki cinsel rekabetle ilişkili olduğu düşünülüyor.



ARTHROPODA (EKLEMBACAKLILAR)

Erken Kambriyen - Bugün

AYRICA BAKINIZ Chelicerata, Trilobita, Crustacea, Uniramia (Hexapodlar dahil)

Çeşitlilikte oldukça başarılı olan bu hayvan grubunun –çoğu böcek olan– bir milyonu aşkın yaşayan türü vardır. Eklembacaklılar, minik böcekler olan akarlardan dev kabuklu örümcek yengeçlerine kadar boyut açısından büyük değişkenlik gösterir ve deniz trilobitleri ile hem denizlerde hem de tatlı sularda yaşayan türleri olan öripteridler gibi soyu tükenmiş bazı önemli grupları da içerir. Eklembacaklıların muazzam başarısı, temel beden planlarının uyum gösterme becerisinde yatar. Bu beden planı sayesinde okyanusların derinliklerinden dağların yüksek noktalarına ve hatta havaya kadar var olan habitatların büyük bölümüne yayılmışlardır. Segmentli bedenlerinde üç temel bölüm bulunur: baş, toraks ve karın. Segmentlerin çoğunda çiftler halinde –antenlerden çenelere, solungaçlardan bacaklara ya da kanatlara kadar değişen– eklemli uzuvlar bulunur.

Sert bir organik "zırh" görevi de gören dış iskelet, eklembacaklılar için bir savunma sistemi olmanın yanında uzuvları oynatan iç kasların tutunduğu yerdir. Bu yapının dezavantajıysa gelişen hayvanın onu periyodik olarak yenilemesinin gerekmesidir. Bu yenileme döneminde hayvan, düşmanlarına karşı savunmasız kalır.

Eklembacaklıların kökeni denizlerdedir ve olasılıkla Geç Prekambriyen'de ortaya çıkmışlardır. Kırkayaklar Ordovisiyen'de tatlı sularda egemen olan ilk hayvanlardır. Silüriyen'de de trignotarbidlerle birlikte karaları istila etmeye başlamışlardır. Eklembacaklılar aynı zamanda kanatlanan ilk hayvanlardır; günümüz yusufçuklarının Karbonifer'de akrabaları olduğu bilinmektedir. Bugün eklembacaklılar, temel besin kaynağı olan bitkilerin tozlaşmasını sağlamaları kadar başlıca bitki zararlısı olmaları ve sıtma gibi öldürücü hastalıkların da taşıyıcısı olmaları nedeniyle, besin zincirlerinin yaşamsal öğeleridir.

Son zamanlarda eklembacaklıların schizoramianlar ve atelaceratlar diye iki temel alt dalı olduğu kabul edilmiştir.

Schizoramianlar "biramous" uzuvları olan eklembacaklılardır ve arachnomorphlar ile crustaceomorphları oluştururlar.

Arachnomorphlar, –atnalı yengeçleri, akrepler ve örümceklerin yanı sıra, soyu tükenmiş öripteridleri de kapsayan– çok çeşitli bir grup olan chelicerataları



Canadaspis Fosili Kanada'daki Burgess Shale'den çıkartılan garip görünümlü bu yaratığın, onu en ilkel eklembacaklılarla ilişkilendiren birçok özelliği vardır.

(**Chelicerata**) ve soyu tümüyle tükenmiş denizel grup trilobitleri (**Trilobita**) içerir.

Crustaceomorphlar, hepsinin de mineralleşmiş iskeletleri olan yengeçleri, karidesleri, ostrakodları ve yapışkçaları içeren, daha tanıdık kabuklu hayvanların bir uzantısıdır ve soyu tükenmiş phyllocaridler ile tesbihböceklerini de içerir.

Ateloceratlar, uzuvlarında tek bir dal olan (kırkayakları da içeren) **Uniramia**'yı ve yaklaşık bir milyon türü olan böcekleri (**Hexapoda**) de kapsar.

LOBOPODLAR

Kambriyen - Bugün

Günümüzde yaklaşık 80 karasal türle temsil edilen ve birbirine yakın akraba bazı gruplar –ki aralarında kadife solucanları olarak da bilinen onychophoran lobopodlar da vardır– Gondvana'nın tropikal ormanlarındaki ölü yaprak örtülerine özgü hayvanlardı. Uzun bedenlerinin her segmentinde, kitinden oluşan ince bir zarla kaplı ve ucunda küçük bir pençenin bulunduğu bir çift kısa, eklemsiz lobopod uzuv vardır. Bunlar zaman zaman lobopodlar olarak da gruplandırılır. Özellikle Kambriyen'den kalma Chengjiang ve Burgess Shale fosillerinin bazıları bu gruba aittir.

"LOBOPODLAR"
Paucipodia 48-49
Hallucigenia 48-49, 56-57
Aysheaia 56-57

ANOMALOCARIDLER

Kambriyen - Devoniyen

Bilinen ilk etçil hayvanlar, Kambriyen denizlerinde yaşamış olan anomalocarididlerdir. Bunların fosilleri genellikle Burgess Shale'de ve Chengjiang kazı sahalarında bulunmuştur. Bazılarının boyu bir metreyi geçen bu hayvanlar bazı solucan gruplarıyla, lobopodlarla ve eklembacaklılarla ortak özellikler taşır.

En dikkat çekici yanları avlarını kavramada kullandıkları bir çift büyük uzantı, ağızlarını çevreleyen ve bir dizi sert plakadan oluşan halka ve yüzerken kullandıkları, bedenlerinin iki yanında bulunan kanatçıklardır.

ANOMALOCARIDIDAE
Anomalocaris 48-49, 56-57

BİLİNMEYEN EKLEMBACAKLI GRUPLARI
Soyu tükenmiş

Aşağıdaki soyu tükenmiş hayvanların adlandırılmamış bazı eklembacaklı gruplarına ait oldukları düşünülüyor.

Canadaspis (kabuklu) 48-49, 56-57
Opabinia 56-57
Yohoia (euarthropod kök grubu) 56-57
Sidneyia (euarthropod kök grubu) 56-57
Mimetaster 72-73

AVIALAE (KUŞLAR)
Geç Jura – Bugün

İÇİNDE *Theropoda*

AYRICA BAKINIZ *Palaeognathae, Neognathae*

Günümüzde 153 familyada toplanmış 9.000'i aşkın türüyle memelilerden daha kalabalık olan kuşlar, en başarılı omurgalı gruplarından biridir. Aralarında bilinen ilk kuş olan Archaeopteryx'in de bulunduğu soyu tükenmiş 73 familyayı gözler önüne seren kuşlara yönelik fosil kayıtları Geç Jura'ya kadar uzanır. İlk kuşlar dinozorlarla bir arada yaşamıştı. Artık onların da gerçekte küçük, iki bacaklı, tüylü theropod dinozorlardan (**Theropoda**) türediği biliniyor.

Günümüzde kuşlar büyüklük açısından minik arıkuşundan uçamayan devekuşuna kadar büyük bir değişkenlik gösterir –aslında eskiden Madagaskar'da yaşamış, boyu 3,7 m'yi bulan *Aepyornis* gibi çok daha büyük kuşlar vardı. Hem sıcak kanlı olan hem de tüylerle kaplı olan kuşların sürüngenlere göre büyük üstünlükleri vardır. Ayrıca buzlarla kaplı kutup denizlerinden kuru ve çorak adalara kadar çok çeşitli ortamlarda yaşayabilirler.

Yaşam tarzları, dişsiz oluşları ve ince kemikleri yüzünden kuşların fosil kayıtları düzensizdir. Çin'de ve İspanya'da Erken Kretase kuş fosillerinin ortaya çıkartılmasına kadar, kuşların fosil kayıtlarında Geç Jura ile Geç Kretase arasında büyük bir açıklık vardı. Enantiornithler, Hesperornithformlar ve Ichthyorniformlar gibi özgün ama soyu tükenmiş kuş gruplarının olduğu artık biliniyor.



And kondoru (*Vultur gryphus*). Batı yarımkürede yaşayan en büyük kara kuşu olan kondor, aynı zamanda *Vultur* cinsinin soyu süren tek üyesidir.

ENANTIORNITHLER
Kretase

Soyu tükenmiş bu kuş grubunun uzuv yapısı günümüz kuşlarınınkinden farklıydı. Öncelikle soyu tükenmiş "karşı kuşlar"ın çoğu, *Sinornis* gibi serçe büyüklüğünde, güçlü uçuculardı; ama Geç Kretase'de, *Enantiornis* gibi 1 m kanat açıklığı olan ya da uçamayan hızlı koşucular gibi daha büyük kuşlar ortaya çıkmıştı.

HESPERORNITHFORMLAR
Kretase

İndirgenmiş kanatları ve dişli çeneleriyle soyu tükenmiş bu kuşlar, olasılıkla uçamıyordu; uçan atalarından evrim geçirerek uzaklaşmışlar, dalarak balık yakalayan kuşlara dönüşmüşlerdi. Uzun ayak parmakları belki de yüzmek için perdeliydi.

ICHTHYORNIFORMLAR
Kretase

Martı büyüklüğünde, balıkla beslenen bu kuşların çok gelişmiş kanatları, görece büyük başları, dişli çeneleri, uçma kaslarının bağlandığı göğüs kafesleri, omurgaları ve tıpkı günümüz kuşlarında olduğu gibi kemikli bir kuyrukları vardı. Bunlar yaşayan Palaeognathae ve Neognathae ile soyu tükenmiş Hesperornithformları da içine alan Ornithurinae denen grubun bir parçası olabilir.

NEORNITHLER (MODERN KUŞLAR)
Paleojen - Bugün

Bunlar Palaeognathae ve Neognathae olmak üzere iki gruptan oluşur. Son 65 milyon yıl içinde olağanüstü çeşitlilikteki habitatlarda yaşayacak biçimde evrim geçirmişlerdir.

- **PALAEOAVES**

ARCHAEOPTERYGIDAE
Archaeopteryx 138-141

CONFICIUSORNITHIDAE
Confuciusornis 150, 151

OMNIVOROPTERYGIFORMES
Sapeornis 154-155

BENNETTITALLER (SİKADEOİD BİTKİLER)
Orta Triyas – Geç Kretase

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

AYRICA BAKINIZ *Pteridospermales, Cycadophyta, Ginkgoales, Coniferopsida, Angiospermae*

Soyu tükenmiş bu sikad benzeri Mesozoyik bitki grubu, bazıları pullarla korunan kozalak benzeri yapıların içinde, demetler halinde tohum üretirdi. Bunların yapraklarının fosillerini sikad yapraklarının fosillerinden ayırt etmek gerçekten zordur. Bazı bennettital bitkilerin dişi ve erkek üreme bölümleri, çiçekli bitkilerdekine (kapalıtohumlar) çok benzer bir biçimde düzenlenmişti.

Nilssoniopteris 156-157
Pterophyllum 156-157

BOREOEUTHERIA
Geç Kretase - Bugün

İÇİNDE *Eutheria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Afrotheria, Xenarthra*

AYRICA BAKINIZ *Laurasiatheria, Euarchontoglires (Primatlar da dahil)*

1970'li yıllardan bu yana plasentalı (eutherian) memelilerin incelenmesi sonucunda taksonlar arasındaki

ilişkilerin çoğu açıklık kazanmış ve yeni gruplamalar doğmuştur. Bir yanda **Afrotheria** (tenrekler, yerdomuzları, altın köstebekler ve fillerin akrabaları) öte yanda da **Xenarthra** (armodillolar, tembel hayvanlar ve karıncayiyenler) ile Boreoeutheria olmak üzere temel bir ayrım vardır.

Boreoeutheria çok büyük bir gruptur. İki ana dala ayrılır: **Laurasiatheria** (böcekler, yarasalar, etçiller ve toynaklılar) ve **Euarchontoglires** (primatlar, kemirgenler, tavşanlar vs.)

Paleojen'in başlarındaki plasentalı çeşitlenmesinin ilk evresinde evrim geçirmiş lepticidler, taeniodontlar ve pantodontlar gibi bir dizi –artıksoyu tükenmiş– grup da boreoeutherianlardan kabul edilir.

Lepticidler, tıpkı bitki yiyen pantodontlar gibi Kuzey Amerika'nın ve Asya'nın Paleosen-Oligosen tabakalarında bulunan küçük, kırfaresi benzeri böcekçillerdi. Varlıklarını Paleosen'den Eosen'e kadar sürdürmüş olan domuz büyüklüğünde, küçük taeniodont grubu da Kuzey Amerika'da yaşamıştı.

• LEPTICTIDA

LEPTICTIDAE
Prodiacodon 180-181

APATEMYIDA
Apatemys 192-193

PSEUDORHYNCOCYONIDAE
Leptictidium 198-199

GYPSONICTOPIDAE
Stilpnodon 180-181

TAENIODONTA
Conoryctes 180-181

• PANTODONTA

PANTOLAMBDIDAE
Pantolambda 180-181

CORYPHODONTIDAE
Coryphodon 192-193

• CONDYLARTHRA

PAROXYCLAENIDAE
Kopidodon 198-199

PANTOLESTIDAE
Palaeosinopa 192-193
Buxolestes 198-199

BRACHIOPODA

Erken Kambriyen - Bugün

Bu büyük deniz kabukluları grubunun bugün yaşayan birkaç yüz cinsine karşılık soyu tükenmiş 4000'i aşkın cinsi vardır. Kalkerli iki kabuğuyla brachiopodlar, az çok midyeleri (*bkz.* **Mollusca**) andırır; ama başka bir şubedendirler. Birçoğu pedisel denen etli bir sapla bir zemine tutunarak yaşar ve lofofor denen tüylü bir yapıyla deniz suyundaki organik parçacıkları süzerek beslenir. Brachiopodlar Paleozoyik'te çeşitlenmiştir; ancak midyelerin daha başarılı olması nedeniyle Mesozoyik boyunca çeşitlenmeleri gerilemiştir.

LINGULIDA
Longtancunella 48-49
lingulid türleri 60-61
Lingula 68-69

ACROTRETIDA
orbiculoid türleri 62-63

RHYNCHONELLIDA
Sowerbyella 58-59
Protochonetes 66-67
Atrypa 66-67
Strophochonetes 68-69

BRYOZOA (YOSUN HAYVANCIKLARI)

Ordovisiyen - Bugün

Koloni halinde yaşayan bu sucul hayvanlar küçük mercanlarla ve graptolitlerle karıştırılır. Mercanlardan daha çeşitli olan bryozoanlar suyu süzerek beslenir ve kendi başlarına bir şube –Bryozoa– oluşturur. Günümüzde birçoğu denizel 6000 dolayında türü vardır. İğne başı büyüklüğündeki birkaç bin bireyden oluşan koloniler, kalsiyum karbonattan ve organik malzemelerden çubuk ya da disk şeklinde bir iskelet oluşturur. Koloniler, alglerden ya da kabuklardan oluşan sıkı bir alt tabakaya tutunarak gelişir, büyür. Mineralleşmiş iskeletler sayesinde Ordovisiyen'e kadar uzanan iyi bir fosil kayıtları vardır. O devrin önemli resif yapıcıları olan bu hayvanların bazı grupları Triyas'ın sonlarında yok olmuştur.

CHELICERATA (KELİSERAT EKLEMBACAKLILAR)

Kambriyen - Bugün

İÇİNDE *Arthropoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Trilobita, Crustacea, Uniramia*

Bu büyük eklembacaklılar grubunda örümcekler, akarlar, keneler ve akrepler (hep birlikte araknidler olarak bilinirler), atnalı yengeçleri ve öripteridler gibi soyu tükenmiş önemli gruplar yer alır. Keliseratların çoğu araknid olan 74.450 kadar yaşayan türü vardır. Bunlar öteki eklembacaklılardan, beden yapılarının ikiye bölünmüşlüğü ve ilk segmentten gelişen –ve en belirgin olarak akreplerde görülen– bir çift kıskaçla ("chelicerae") ayrılır.



Şişman-kuyruklu akrep (*Androctonus* türleri). Ortadoğu ve Afrika'da bulunan bu keliseratlar, akreplerin en tehlikelilerindendir.

Öripteridler ve akrepler tatlı sulardaki ve karalardaki yaşama uyum sağlayan ilk hayvanlardandır. Silüriyen ve Devoniyen'de en tepedeki avcılardan ve en büyük eklembacaklılardan bazıları bunlardandı.

Günümüzdeki temel grupların hepsi arakniddir (yaklaşık 1200 türle akrepler, 35.000 kadar türle örümcekler, 30.000 türle de keneler ve akarlar).

• TEMEL KELİSERATLAR
Haikoucaris 48-49

• MEROSTOMATA

XIPHOSURA (ATNALI YENGEÇLERİ)
Limulitella 114-115
Mesolimulus 140-141

EURYPTERIDA
Megalograptus 58-59
Onychopterella 62-63
Pterygotus 64-65

• ARACHNIDA

SCORPIONIDA
Pulmonoscorpius 84-85
Protoichnurus 160-161
scorpinoid türleri 90-91, 114-115

UROPYGIDA
Geralinura (kamçılı akrep) 88-89

AMBLYPYGIDA (KAMÇILI ÖRÜMCEKLER)
Graeophonus 92-93
amblypygid türleri 94-95
Britopygus 160-161

ARANEAE
Nephila 204-205
Cretaraneus 158-159
Rosamygale 114-115



◆ **Patagonya marası** (*Dolichotis patagonum*). Maralar, büyük memeli grubu boreoeutherianın Euarchontoglires dalından bir bölümü oluşturan, kobay benzeri kemirgenlerdir.

• DROMOPODA

OPILIONES
opilinoid 84-85

TRIGONOTOTARBIDA

ANTHRACOMARTIDAE
Coryphomartus 92-93

TRIGONOTOTARBIDAE
Palaeocharinus 70-71
Palaeotarbus 68-69

• ACARI (AKARLAR)

PACHYGNATHIDA
Protacarus 70-71

PYCNOGONIDA ("DENİZ ÖRÜMCEKLERİ")
Silüriyen - Bugün

Yaklaşık 1300 türden oluşan bu denizel grup, görece küçük bedenleri ve dört çift tombul ya da ince uzun bacaklarıyla ayırt edilir. Zaman zaman keliseratlar içinde ya da onun kardeş grubu olarak gösterilir.

PYCNOGONIDA
Palaeoisopus 72-73

CHONDRICHTHYES (KIKIRDAKLI BALIKLAR)

Geç Silüriyen - Bugün

İÇİNDE *Gnathostomes*

KARŞILAŞTIRINIZ *Osteichthyes*

Bu ilkel denizel balıkların iskeletleri ve pulları organik bir malzeme olan ama genellikle mineralleşmeyen kıkırdaktandır. Bu nedenle dişler dışındaki kalıntıları iyi fosilleşmez.

Çekiçbaşlı köpekbalığı (*Sphyrna türleri*). Bu garip görünüşlü kıkırdaklı balıkların gözleri ve burun delikleri, çekiç başlarının iki ucunda yer alır



Paleozoyik'te kıkırdaklı balıklar, yeni yeni ortaya çıkan kemikli balıklar (**Osteichthyes**) kadar başarılıydı. Ama her iki grup da Permiyen sonundaki büyük yok oluş felaketinden olumsuz etkilendi ve kıkırdaklılar daha önceki çeşitlilik düzeyine bir daha ulaşamadı. Yine de yaşayan 840 kadar türle günümüzün görece başarılı gruplarından biridir.

• ELASMOBRANCHII

CLADOSELACHIDAE
Cladoselache 80-81

STETHACANTHIDAE
Falcatus 86-87
Stethacanthus 86-87

PETALODONTIDA
Belantsea 86-87

CTENACANTHIDAE
Ctenacanthus 80-81

HYBODONTIDAE
Hybodus 128-129
Palaeospinax 130-131

ANACORACIDAE
Squalicorax 176-177

BATOIDEA
Heliobatis 190-191
Trygon 194-195

• HOLOCEPHALI

CHIMAERIFORMES
Echinochimaera 86-87

CHONDRENCHELYIFORMES
Harpagofututor 86-87

ACANTHODIA
(DİKENLİ "KÖPEKBALIKLARI")
Ordovisiyen - Permiyen

Bu grupta Geç Ordovisiyen tabakalarında fosili bulunan ve Permiyen başlarına kadar soyunu sürdüren, bilinen en eski **Gnathostomeler** de vardır. Bunların birçoğu 20 cm'den daha küçük balıklardır. Sıralar halinde bulunan uzun dikenleriyle (karın bölgesinde 6 çifte kadar çıkar) ve dikenli yüzgeçleriyle ayırt edilirler. İskeletleri ender olarak korunabilir. Bedenleri küçük ve sıkı pullarla kaplıdır. Ağızlarında genellikle diş olmaz; bu da onların bütün halinde yutulabilen küçük hayvanlarla beslendiğini gösterir.

ACANTHODIFORMES
Acanthodes 84-85
acanthodian türleri 72-73

CHORDATA (KORDALILAR)

Erken Kambriyen - Bugün

AYRICA BAKINIZ "Agnatha", Gnathostomes

52.200'ün üzerinde yaşayan türüyle bu, temel bir gruptur. Balıklardan insanlara kadar genellikle tanıdık omurgalı hayvanlardan oluşur. Ayrıca aralarında notokord diye bilinen sırt eksenindeki destek çubuğu gibi –bedene ön-arka uzanımını veren ve bir dizi ikili kasla birlikte yüzme için yan esneklik sağlayan– grubun özelliklerini taşıyan bazı temel biçimler de vardır. Notokord, omurgalılarda omurga için bir temel oluşturur. Hayvanın çevreyle ve olası yiyeceklerle etkileşiminin gerçekleştiği ön tarafında yoğunlaşan kasları ve duyu organlarını harekete geçiren, çiftler halindeki sinirlerin çıktığı sırt sinir kordonu, bunun üstünde yer alır. Öndeki ağız, uzamış bir sindirim sistemiyle arkadaki anüse bağlıdır. Anüsün ötesinde de kuyruk bulunur. Ana grupların arasında, myxinoidler ve petromyzontiformlar (taşemen), **Chondrichthyes**, **Sarcopterygii** ve **Actinopterygii** bulunur.

• TEMEL KORDALILAR

Myllokunmingia 48-49
Pikaia 56-57

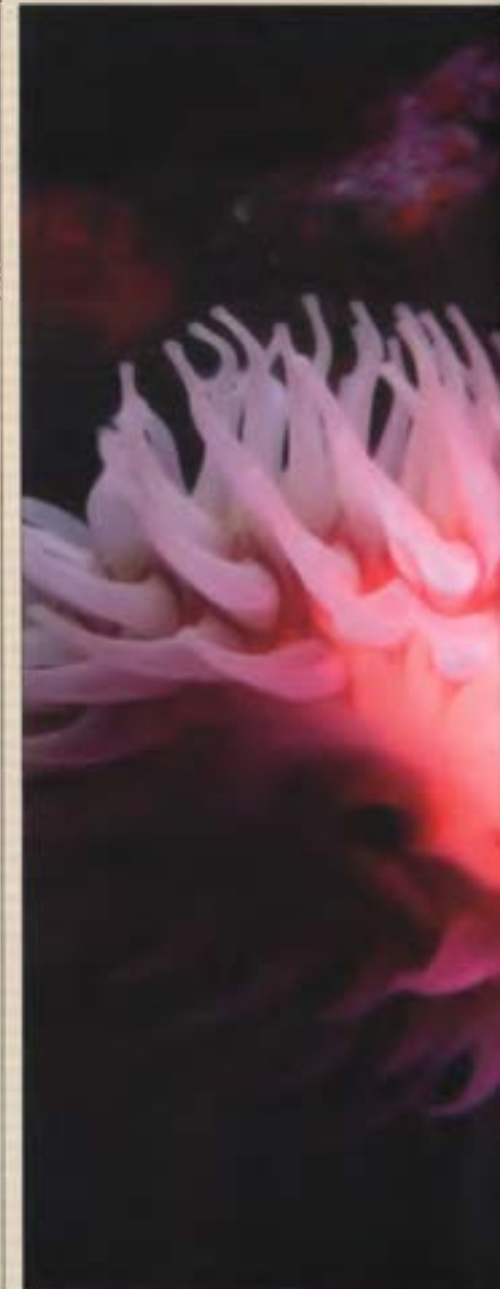
CNIDARIA (HİDROİDLER, MERCANLAR, DENİZ ANEMONLARI, DENİZANALARI vs.)

Geç Kambriyen? - Bugün

KARŞILAŞTIRINIZ *Ctenophora*

Knidliler, radyal ya da hem ikili hem de radyal simetrisi olan yaklaşık 9000 yaşayan tür içerir. Bedenleri iki üreme hücresi katmanından (diploblastik), tek bir beden boşluğundan ve özelleşmiş batıcı hücreleri olan dokunaçlarla çevrili bir açıklıktan oluşur. Tek tek ya da sürüler halinde dolaşırlar ve birçoğunda kalkerli bir iskelet olur. Hidroidler üç grupta toplanır: hidrozoanlar, scyphozoanlar (denizanaları) ve anthozoanlar (mercanlar, deniz anemonları, gorgonian mercanları ve deniztüyleri). Sonuncu gruba, en iyi fosil kayıtlarında temsil edilen knidliler (zoantharian mercanları) de girer. Mercanlar en önemli deniz fosili gruplarından biridir. Akrabaları olan deniz anemonlarına benzerler; ama salgılarıyla, üzerinde mercan poliplerinin yaşadığı kalkerli bir yapı oluştururlar. Poliplerin aseksüel yumruları birkaç metre genişliğinde mercan kolonileri oluşturur. Günümüzde yaklaşık 9000 mercan türü bulunuyor. Bunların arasında derin sularda yalnız yaşayanlar olmasına karşın, çoğu ılık, sığ, tropik denizlerde yaşar. Tropik mercanlar büyüyerek Avustralya kıyılarındaki Büyük Set Resifi gibi yeryüzünün en büyük biyolojik yapılarını oluşturur. Resif yapıcılar olarak mercanların, Ordovisiyen'den bu yana –her ne kadar Paleozoyik mercanları Permiyen sonu felaketinde yok oldularsa da– kaya kayıtlarına önemli bir katkıları olmuştur. Bunların iki grubu vardır: koloni oluşturanlar ve kıvrımlı mercanlar –bunlar hem yalnız yaşayan hem de

Deniz anemonu (*Hexcorallia* türleri). Anemonların batıcı hücrelerle donanmış dokunaçlarla çevrili bir bedenleri vardır.



koloni oluşturan türler içerir. Triyas'tan beri, yumuşak mercanlardan oluşan bir gruptan evrildikleri için modern mercanlar biyolojik olarak farklıdır.

• SCYPHOZOA (DENİZANALARI)

RHIZOSTOMATIDA
Essexella 88-89

LIMNOMEDUSIDAE
Progonionemus 114-115

• ANTHOZOA

ACTINIARIA (DENİZ ANEMONLARI)
Archisaccophyllia 48-49

PENNATULACEA (DENİZTÜYLERİ)
Thaumaptilon 56-57

ZOANTHARIA (CORALOMORFLAR VE MERCANLAR)
corolamorf türleri 46-47

• TABULATA

HALYSITIDAE
Halysites 66-67

FAVOSITIDAE
Favosites 66-67

HELIOLITIDAE
Heliolites 66-67

• RUGOSA

HALYSITIDAE
Ketophyllum 66-67

CONIFEROPSIDA (İĞNEYAPRAKLILAR)

Karbonifer - Bugün

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Pteridospermales, Bennettitales, Cycadophyta, Ginkgoales, Angiospermae*

Coniferophyteler ya da pinophyteler en iyi bilinen iğneyapraklılardır. Bunlar modern bitkilerin büyük bir grubunu oluşturur ve Paleozoyik'ten bu yana vardır. Karbonifer'in "kömür tabakası" bataklıklarında değil de daha kuru yerlerinde yetişmişlerdir. İğneyapraklıların çoğu odunlu ağaçlardır ve bugün bol olsalar da Mesozoyik'te çok daha çeşitliydiler. Kozalak pullarının üzerindeki tohumlarla ürerler. Normalde hem erkek hem de dişi kozalaklar aynı ağaçta bulunur. Bazı kozalaklar etli, böğürtlen benzeri meyvemsi yapılara dönüşmüştür (ardıçlarda olduğu gibi). Böylece tohumlarını saçacak hayvanları kendilerine çekerler. Ama asıl tipik dişi kozalaklarda tohumlar odunsu pullarda olur. Daha küçük, polen taşıyan erkek kozalaklar daha az göze çarpar.



Ladin kozalağı (*Picea* türleri) Bu herdemyeşil iğneyapraklıların bazı türleri 9.500 yıl kadar yaşayabilir.

• TEMEL İBRELİLER

VOLTZIACEAE
Voltziopsis 112-113
Voltzia 114-115

• PINOPSIDA

ARAUCARIACEAE
Araucarioxylon 126-127
Araucaria 156-157
Lindleycladus 158-159
cheirolepidacean türleri 136-137
Pagiophyllum 138-139

TAXODIACEAE
Taxodium 180-181

CEPHALOTAXACEAE
Cephalotaxus 198-199

CUPRESSACEAE
Protojuniperoxylon 120-121

SINIFLANDIRILMAMIŞ
Podozamites 118-119

CONODONTA

Kambriyen - Triyas

İÇİNDE *"Agnatha"*

KARŞILAŞTIRINIZ *Gnathostomes*

Paleozoyik deniz tabanı kireçtaşları arasında yaygın olarak bulunan küçük dişler halindeki (1-4 mm boyunda) "conodont" fosilleri, ait oldukları canlıya ilişkin herhangi başka bir bilgi olmadığından yüz yılı aşkın bir süre boyunca biyolojik bir bilmece olarak kalmıştır. Simetrik conodont diş çiftlerinin yılanbalığı benzeri –gözleri, segmentli kas çiftleri ve bir notokord izi bulunan– bir bedenin önünde bulunması, bunların ilkel kordalı hayvanlar ve belki de omurgalılar olduğunu ortaya koymuştur.

Normal olarak yalnızca fosfat mineralli dış çubukları ve plakaları korunmuştur; ama kalıntılardan bu hayvanların Paleozoyik'in başlarında hızla evrim geçirmiş, etkin ve aynı zamanda sayıca çok, avcı hayvanlar olduğu anlaşılmıştır. Normalde boyları 4 cm kadardı; ama bazı dev türlerinin 40 cm'yi bulduğu oluyordu. Hızlı çeşitlenmiş olmaları kayaların "biyostratigrafik" bölümlenmesinde –özellikle de graptolit fosillerinin seyrek olduğu kireçtaşı tabakalarında– çok işe yaramıştır.

• AGNATHA

Promissum 62-63

CROCODYLIFORMES (TİMSAHLAR)

Triyas - Bugün

İÇİNDE *Archosauria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Pterosauria, Dinosauria*

Her ne kadar günümüzde yalnızca sekiz timsah cinsi (alligatörler ve gavialler de dahil) kaldıysa da bunlar dünyanın neredeyse her yanına yayılmıştır. Denizlerde ve tatlı sularda yaşayan türleri, Geç Triyas'ta ortaya çıkmış ve archosaur akrabalarının çoğunun tersine Kretase sonundaki felaketten kurtulmayı başarmış, eski ama büyük bir grubun temsilcileridir.

Modern crocodilianlar uzun ve yassı kafatasları, uzun bedenleri ve kuyrukları, kısa bacaklarıyla görünüşte soyu tükenmiş bir dizi Paleozoyik ikiyaşayışlı tetrapoda benzese de ilk crocodilianlar küçük, hızlı koşan, böcekçil hayvanlardı ve olasılıkla iki bacakları üzerinde ilerliyorlardı. Crocodyliformların akrabaları arasında, bazıları çok büyük hayvanlar olan ve ortak bilek yapıları nedeniyle daha sonra gelecek crocodilianlarla bağlı, soyu tükenmiş ornithosuchidler, phytosaurlar, aetosaurlar ve rauisuchianlar vardı.

• CROCODYLIFORMES

THALATTOSUCHIA
Steneosaurus 130-131

SPENOSUCHIDAE
Hesperosuchus 126-127

• NEOSUCHIA

TEMEL NEOSUCHIAN
Susisuchus 160-161

GONIOPHOLIDAE
Goniopholis 144-145

CROCODYLIA
Asiatosuchus 198-199
Borealosuchus 190-191
Machimosaurus 138-139

CRUSTACEA (KABUKLU EKLEMBACAKLILAR)

Kambriyen - Bugün

İÇİNDE *Arthropoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Trilobita, Chelicerata, Uniramia*

Kabuklular grubunun, derin denizlerden tropikal ormanlara kadar değişen çok çeşitli nişte yaşayacak şekilde uyarlanmış; ama yine de çok büyük bir bölümü denizel olan, yaklaşık 50.000 eklembacaklı üyesi vardır. Aralarında yapışkçalardan tespihböceklerine ve yengeçlere kadar tanıdık birçok hayvan da bulunur.

Daha az tanıdık olanlar, ilk kabuklular arasında yer alan karides benzeri phyllocaridler ile minik (çoğu 1-2 mm boyunda) çift kabuklu ostracodlardır –her iki grubun da yaşamın tarihinde önemli rolleri olmuştur. Çoğu kabuklunun mineralleşmiş dış iskeleti, fosil kayıtlarında iyi temsil edilmelerini sağlamıştır.

• PHYLLOCARIDA

ARCHAEOSTRACA
Ceratiocaris 64-65
Nahecaris (rhinocaridid) 72-73

LIPOSTRACA (BRANCHIOPODLAR)
Lepidocris 70-71

• EUMALACOSTRACA

BELOTELSONIDEA
Belotelson 88-89

• EUCARIDA

DECAPODA (KARİDESLER, YENGEÇLER, ISTAKOZLAR)
Crangopsis 86-87
Antrimpos 114-115
Aeger 134-135, 142-143
Eryma 134-135
Cycleryon 142-143

• EUTHYCARCINOIDEA

Leverhulmia 70-71

• ? CRUSTACEAN

THYLACOCEPHALA
Ainiktozoon (thylacocephalan arthropod?) 64-65
Dollacaris 134-135

CTENOPHORA (TARAK DENİZANALARI)

Kambriyen - Bugün

İÇİNDE *Cnidaria*

Medüzlere (denizanaları) benzeyen ve knidlilerle de akraba olan yaşayan yaklaşık 100 denizel türüyle ctenophoreların büyük bölümü etçildir. Sokmaya yarayan küçük tüylerle kaplı dokunaçlarını kullanarak yakaladıkları zooplanktonlarla beslenirler. Bazıları çok büyük miktarlarda bulunur ama bedenleri yumuşak ve narin olduğundan çok ender olarak fosilleşip korunabilmişlerdir.

Ctenorhabdotus 56-57

CYCADOPHYTA (SİKADLAR)

Permiyen - Bugün

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Pteridospermales, Bennettitales, Ginkgoales, Coniferopsida, Angiospermae*

Sikadlar büyük ölçüde tohumlu eğreltilerin yerini alan daha gelişmiş kapalıtohumlu bitkilerden biridir. Jura ve Kretase devirlerinde çok bollaşan ama



Kayman (*Caiman* türleri) Orta ve Güney Amerika'nın bu alligatörleri, kafatası ve göğüs zırhı özellikleriyle ayırt edilir.



Erkek sikad kozalağı (*Cycadels* türleri). Bu erkek bitkinin polen taşıyan kozalağı strabilus olarak bilinir

Geç Kretase'de çiçekli bitkilerin ortaya çıkmasıyla giderek azalan sikadlar, günümüzde yalnızca birkaç türle temsil ediliyor. Tıpkı bennettitaleanlar gibi, genellikle dönüşmüş frontlarda taşınan kozalak benzeri tohum demetleriyle çoğalırlar. Cinsiyetleri ayrıdır; polenler erkek kozalaklarda üretilir. Bu yenilik sayesinde Permiyen'den bu yana görece kuru ve soğuk ortamlarda yayılmışlardır –Mesozoyik'in bazı asma benzeri yapıları yapraklarını dökmeye başlamış ve buz takkelerinin olmadığı dönemlerde kutup bölgelerinde bile yetişmişlerdir. Modern sikadlar, bunun tersine don olayının görülmediği bölgelerde yetişir; tipik olarak da herdemyeşil frontlarla sarılı kısa gövdeleri vardır.

• CYCADALES

Nilssonia 144-145
cycadalean türleri 144-145
Taeniopteris 162-163

CYNODONTIA (CYNODONT "MEMELİ BENZERİ SÜRÜNGENLER" ve MEMELİLER)

Geç Permiyen - Bugün

İÇİNDE *Therapsida*

AYRICA BAKINIZ Memeliler (Monotremata, Marsupialia ve Eutheria dahil)

Cynodontlar, memelilerin gelişmesine yol açmış ve onları da kapsayan bir gruptur. Memeli benzeri olmayan cynodontlar yalnızca Geç Permiyen'den Erken Jura'ya kadar soylarını sürdürebilmiştir. Sansar ile köpek arası bir büyüklükte olan bu therapsid sürüngenlerin çene ve damaklarında memeli benzeri bazı özellikler vardı. Triyas boyunca arka arkaya cynodont grupları ortaya çıkmış ve yok olmuştur. Fosil kayıtları da giderek daha çok memeli benzeri yapılara doğru evrim geçirdiklerini gösterir. Bu durum özellikle bacakların bedenin altına girdiği ve eklem yerlerinde de belirgin değişimlerin görüldüğü bedenin duruşunda kendini gösterir. Bu sırada omurganın kıvrılma yönü de belirgin bir biçimde yanlardan aşağı-yukarı doğrultusuna kaymıştır. Geç Triyas'ta tritylodontlar gibi cynodont gruplarının yapıları belirgin biçimde memeli benzeriydi; ama çene eklemleri hâlâ gerçek memelilerinki gibi değildi.

• CYNODONTIA

BİLİNMEYEN CYNODONT
Madygenia 118-119

PROCYNOSUCHIDAE
Procynosuchus 104-105

GALESAURIDAE
Cyanosaurus 104-105

THRINAXODONTIDAE
Thrinaxodon 112-113

DVINIIDAE
Dvinia 106-107

TAVERSODONTIDAE
Exaeretodon 120-121

DIAPSIDA (DİAPSİD AMNİYOTLAR)

Geç Karbonifer - Bugün

İÇİNDE *Amniota*

KARŞILAŞTIRINIZ *Synapsida*

AYRICA BAKINIZ Lepidosauria, Archosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria, Placodontia

Diapsidler de synapsidler ve anapsidler gibi üç temel amniyot grubundan biridir. Anapsidlerle birlikte sauropsidler diye bilinen daha büyük bir grup oluştururlar. En ilkel ve en eski diapsidler, *Youngina* ve *Araeoscelis* gibi soyu tükenmiş hayvanlardır. Geç Permiyen diapsidlerinin içinde günümüzdeki birçok cinsin türediği iki ünlü grup vardı: Archosauria (Dinosauria, Crocodyliformes ve Avialae'yi içeren) ve Lepidosauria (kertenkeleler ve yılanlar).

• LEPIDOSAUROMORPHA

THALLATOSAURIA
Askeptosaurus 116-117

YOUNGINIDAE
Youngina 104-105

ARAEOSCELIDAE
Araeoscelis 98-99

NOTHOSAURIA
Ceresiosaurus 116-117

BİLİNMEYEN DIAPSID
Lungisquama 118-119

DINOSAURIA

Triyas - Bugün

İÇİNDE *Archosauria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Crocodyliformes, Pterosauria*

AYRICA BAKINIZ Ornithischia, Saurischia, (Sauropodomorpha, Theropoda ve Avialae dahil)

Çok başarılı bu sürüngen grubu Orta Triyas'ta, yaklaşık 230 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. Bilinen dinozor cinsi çok değildir (600 kadar). Ne var ki dinozorlar hızlı hareket eden, serçe büyüklüğündeki koşuculardan 30 m boyunda ve 50 ton ağırlığındaki hantal devlere kadar yapı ve boyut açısından sıra dışı bir çeşitlilik göstermiştir. Bütün yeryüzüne yayılan dinozorlar, 65 milyon yıl önce Kretase'nin sonundaki felaketle büyük ölçüde ortadan kalkıncaya değin, 160 milyon yıl boyunca, karaların egemeni olmuştur. Ne var ki soyları tükenmeden önce içlerinden küçük ve tüylü bir dinozor grubu türemiş ve o gruptan da günümüzün kuşları doğmuştur.

Dinozor evriminin başlarında, kalça ve leğen kemiği yapısındaki farklılaşmanın sonucunda iki temel dinozor grubu ortaya çıkmıştır: Ornithischia ve Saurischia. Dinozorlar aslında aralarında soyu tükenmiş Pterosauria ve yaşayan Crocodyliformes'in de bulunduğu başka gruplarla birlikte daha büyük bir sürüngen grubunun, Archosauria'nın, içinde yer alır. Dinozorların ataları Triyas'ta yaşamış archosaurlardır. Olasılıkla iki bacakları üzerinde ilerleyen dinosauromorphlardan –Arjantin'de çıkartılan *Marasuchus* gibi– türemişlerdir.

• DINOSAUROMORPH ARCHOSAURLAR

Dromomeron 124-125
Eucoelophysis 124-125

ECHINODERMATA (DERİSİDİKENLİLER)

Erken Kambriyen - Bugün

Adlarından da anlaşıldığı gibi bu grup, derileri dikenli çeşitli hayvanlardan oluşur. Aralarında denizyıldızlarının, yılanyıldızlarının, denizkestanelerinin ve daha az bilinen denizhıyarları ile denizzambaklarının da olduğu bu grubun bütün üyeleri denizel türlerdir. Hepsi birden yaklaşık 6.000 yaşayan türdür. Soyu tükenmiş blastozoanlar (Erken Kambriyen-Permiyen) ve homalozoanların (Kambriyen-Devoniyen) da aralarında bulunduğu çok sayıda türün de fosil kayıtları vardır. Günümüzün en tanıdık gruplarının tümü Ordovisiyen'de ortaya çıkmıştır.

Furcaster. Almanya'daki Hunsrück Slate'ten çıkartılan bu güzel yılanyıldızı fosilinde, derisidikenlilerin bedenindeki tipik beşli simetri çok açık görülüyor.





◆ **Ediacara "çubuklar"** Newfoundland'deki Mistaken Point'ten çıkarılan eğreltiyaprağı benzeri bu yapılar dünyanın değişik yerlerindeki Prekambriyen tabakalarında bulunan birçok gizemli türden yalnızca biridir.

Derisidikenliler, bedenlerinin sıra dışı beşli simetrisi nedeniyle belirgin bir baş ve kuyruklarının olmayışıyla biyolojik olarak ilginç hayvanlardır –hatta bazıları (denizzambakları) bitkiye benzer. Yine de derisidikenliler gelişmiş omurgasızlardır. Larvalarının taşıdığı bazı özellikler onları kordalılara bağlar. Ayrıca hareket ederken kullandıkları uzayabilen tüp ayaklarıyla, özgün bir "su damarlı" hidrolik sistemleri vardır. Tüp ayaklar aynı zamanda beslenmede ve solunumda da kullanılır. Gelişmiş iskeletleri gözenekli kalker plakalardan ve dikenlerden oluşur; hayvanın ölümünden kısa bir süre sonra da parçalanır. Böylesi çok sayıda plaka, bu grubun fosilleşme potansiyelini yükseltir. Bunlar "kabuklu" kireçtaşı tabakalarında bulunan yaygın öğelerdir.

• **ASTEROZOA (DENİZYILDIZLARI)**

PALASTERISCIDAE
Salteraster 58-59
Palaeosolaster 72-73

• **OPHIUROIDEA (YILANYILDIZLARI)**

PROTASTERIDAE
Furcaster 72-73

OPHIACANTHIDAE
Ophiopinna 134-135

• **ECHINOIDEA (DENİZKESTANELERİ)**

CIDAROIDA
Temnocidaris 176-177

• **CRINOIDEA (DENİZZAMBAKLARI)**

CLADIDA
Gissocrinus 66-67
Imitatocrinus 72-73

ISOCRINIDA
Balanocrinus 58-59

SAGENOCRINIDA
Pentacrinites 128-129
Pentacrinus 130-131

UINTACRINIDA
Marsupites 176-177

"EDIACARA"

Geç Neopterozoyik

Yeryüzünün çeşitli bölgelerindeki Prekambriyen sonu (Geç Neopterozoyik), Ediacara Çağı deniz tabakalarından çıkartılan yumuşak bedenli canlıların fosillerinin oluşturduğu birkaç yüz farklı takson bulunur. Hepsi birden artık Ediacara ya da vendozoanlar olarak biliniyor. Bunların çoğu ancak birkaç santimetre boyunda ve çok değişik şekillerdedir (front, silindir, kese, şerit vs.). Fosilleşmiş hiç katı kısımları yoktur. Yalnızca deniz tabanı tortuları arasında kalıp halinde korunmuş durumdadırlar. İlk bulundukları zaman onları knidliler, denizanaları, deniztüyleri, solucanlar, yumuşakçalar hatta eklembacaklılar gibi bilinen bazı yaşayan gruplara sokma çabaları olmuştu. Bedenlerinin, ikili simetriden radyal simetriye kadar değişen çeşitli derecelerde simetrileri vardır. Bu durum onları eumetazoan konumuna sokar ama dokularının organ ve organ sistemleri şeklinde düzenlendiğine ilişkin çok az kanıt vardır.

Yapılan daha ayrıntılı analizler sayesinde Ediacara fosillerinden aslında çok azının bu gruplara girebildiği artık açıklık kazanmıştır. Boyutlarına ve gömülme ve fosilleşme süreçlerinde beden şekillerini koruyan görece sert dokularına karşın, bu canlıların hayvan olup olmadıkları bile sorgulanmıştır. Alternatif bir yaklaşım, onların doğanın başarısız bir evrim denemesi olduğunu ve tümüyle soyu tükenmiş bir grup canlı olduklarını ileri sürer.

Ne var ki şekillerinin çeşitliliğine bakıldığında birbirinden farklı sınıflandırma özellikleri taşıyan bir dizi grup oldukları da anlaşılır.

• **ERNIETTAMORPHA**

DICKINSONIDAE
Dickinsonia 42-45
Phyllozoon (dickinsoniamorph?) 44-45

ERNIETTIDAE
Ernietta 44-45

PTERIDINIIDAE
Pteridinium 44-45

• **RANGEOMORPHA**

CHARNIIDAE
Charnia wardi 42-43
Charniadiscus 42-45

RANGEIDAE
Bradgatia 42-43

• **CYCLOZOA**

CYCLOMEDUSIDAE
Cyclomedusa 42-43

BİLİNMEYEN GRUPLAR
Spriggina 42-43
Thectardis 42-43
"çubuklar" 42-43
Tribrachidium 42-45
Namalia 44-45

EUARCHONTOGLIRES (EUARCHONTOGLIRE MEMELİLER)

Orta Kretase - Bugün

İÇİNDE *Boreoeutheria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Laurasiatheria*

AYRICA BAKINIZ Primatlar (Anthropoidea da dahil)

İki büyük plasentalı memeli grubu, archotanlar ve glireler kladistik olarak bu büyük grupta bir araya gelmiştir. Yaşayan en başarılı hayvanlardan bazıları –insanlar, sıçanlar ve tavşanlar– bu grupta yer almaktadır. Archontanlar, primatları, ağaçfarelerini (scandentianlar) ve uçan lemurları (dermopteranlar) içerir. Glireler de kemirgenleri (rodentianlar) ve tavşanları (lagomorflar) içerir. Glirelerin 2000'in üzerinde –memelilerin yüzde 40'ı– türü vardır. Bunların başarısı büyük ölçüde büyük üreme hızları ile sürekli büyüyen ve kendi kendilerine keskinleşen öndişlerine bağlıdır. Bedenlerinin küçük olmasına karşın, sayıca çok olmaları ve yayılımlarının genişliği sayesinde fosil kayıtları –özellikle dişlerinkiler– iyidir. Primatlarınkinden daha iyi fosil kayıtları vardır.

Pika (*Ochotona* türleri) Az çok hamsteri andıran, küçük kulaklı bu memeli, aslında lagomorftur – tavşanlar ve yabani tavşanlarla akraba bir Euarchontoglire.





Eomaia. Çin'in Liaoning Eyaleti'ndeki Erken Kretase tabakalarından çıkartılan bu küçük memelinin fosili, bilinen ilk eutheriana -olasılıkla da modern plasentalı memelilerin atasına- aittir.

• RODENTIA

ANOMALURIDAE
Paranomalurus (pullu kuyruklu sincap) 210-211

SCIURIDAE
Marmota (marmot) 222-223

ISCHYROMYIDAE
Paramys 192-193

MYODONTA
Cricetops (muroid) 206-207
Eutamius 212-213
Neotoma 234-235
Papagomys armandvillei (dev sıçan) 238-239

• LAGOMORPHA

OCHOTONIDAE
Ochonta (pika) 206-207

LEPORIDAE
Oryctolagus 228-229
Lepus (yabani tavşan) 226-227

EUTHERIA (PLASENTALI MEMELİLER)

Erken Kretase - Bugün

İÇİNDE *Memeliler*

KARŞILAŞTIRINIZ *Monotremata, Marsupialia*

AYRICA BAKINIZ Xenarthra, Afrotheria ve Boreoeutheria (Laurasiatheria ve Euarchontoglires de dahil)

Yaşayan plasentalı memeliler, böcekçil kırfarelerinden proboscidean fillere ve cetacean balinalara kadar büyük değişkenlik gösterir. Günümüzün 20 büyük grubuyla birlikte soyu tükenmiş altı büyük grupta toplanmış 5000'i aşkın türleri vardır. Hiç de fena sayılmayan fosil kayıtlarına rağmen bu grupların arasındaki ilişkileri ve evrimlerinin ilk aşamalarını anlamada ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Yaşayan grupların son zamanlarda yapılan moleküler karşılaştırmaları, sorunlardan bazılarına açıklık getirmiştir; ancak fosil gruplarını benzeştirmede işe yaramamıştır.

Şimdiye kadar tanımlanan temel eutherian dalları arasında **Afrotheria**, **Xenarthra**, **Laurasiatheria** ve **Euarchontoglires** vardır. Moleküler saat hesaplarına göre eutherianların çeşitlenmesi 185-130 milyon yıl önce marsupiyal hayvanlardan başlamıştır; ama şimdiye kadar bilinen en eski eutherian fosili Çin'deki Erken Kretase tabakalarından çıkartılan 125 milyon yaşındaki *Eomaia*'ya aittir.

• TEMEL EUTHERIANLAR
Eomaia (marsupiyal benzeri plasentalı) 154-155

OTLESTIDAE
Prokennalestes 156-157

• EPITHERIA

ANAGALIDA
Zalambdalaestes 170-171

• CIMOLESTA

CIMOLESTIDAE
Cimolestes 178-179

FILICOPSIDA (EĞRELTİOTLARI)

Geç Devoniyen - Bugün

Front şeklindeki yaprakları ve arka yüzlerinde bulunan demetler halindeki sporangiyumlarıyla eğreltiler aslında bize -kibritotları (**Lycopsida**) ya da atkuyrukları (**Sphenopsida**) gibi- öteki ilkel bitki gruplarından çok daha tanıdık gelir. Bütün ilkel bitkiler arasında 12.000 dolayında yaşayan türüyle en başarılı olanlarıdır. Günümüzün en büyük tohumsuz, damarlı bitki grubunu oluşturur.

Düz, karmaşık bir şekilde bölümlenmiş frontlar çok verimli güneş panelleri gibidir; orman tabanının loşluğunda bile yeterli ışığı toplayabilirler. Bunun yanında iyi gelişmiş kök sistemleri sayesinde bazı eğreltiler yaprak dökerek koşulları çetin ortamlarda bile yaşamlarını sürdürebilir ve mevsimsel iklimlerde de yetişirler. Bazı eğrelti türleri asma benzeri tırmanıcılara dönüşmüştür; bazıları da yüzen frontlarıyla tatlı sularda yaşamaya uyarlanmıştır. Geç Devoniyen'de yaşamış bir grup eğrelti, ağaç-eğrelti denen bitkilere evrilmiştir. Bunların kökleri ve gövdeleri, tıpkı 18 m boyunda, tepesinde 3 m'lik bölünmüş frontları olan *Psaronius* gibi ağaç boyunda bir bitki olmalarını sağlayacak şekilde gelişmiştir.

Akraba olmamalarına karşın, bunların günümüz ağaç eğreltilerine benzeyen bir görünümleri vardı.

OSMUNDALES
osmundacean türleri 144-145

FILICALES
gleicheniacean türleri (mercan eğreltisi) 136-137

DICKINSONIACEAE
Coniopteris 146-147

SCHIZAEACEAE
Klukia 138-139
Ruffordia 158-161

MATONIACEAE
Phlebopteris 138-139

TANIMLANAMAMIŞ EĞRELTİLER
Anomopteris 114-115
sphenopterid türleri 114-115, 162-163

FORAMINIFERA

Kambriyen - Bugün

Amiplerle akraba olan bu minik ama dikkat çekici canlılar birhücreliydiler; salgıladıkları maddelerle kendilerine spiral sarımlı kabuklar yapıyorlardı. Foraminiferlerin (genellikle kısaca foramlar olarak anılırlar) çoğunun milimetre boyutlarında kabukları olurdu. Ama Mısır piramitlerinin yapımında kullanılan Eosen kireçtaşlarını oluşturan *Nummulites* gibi soyu tükenmiş bazı cinsler, madeni para şeklinde 6 cm'lik dev diskler de yapmıştır. Foram kabukları, ya kalsitten ya da "yapıştırılmış" kum taneleriyle kabuk parçalarından yapılmıştır. Birçoğu denizel olan bu canlılar besin yönünden zengin okyanus sularında muazzam sayılara ulaşıyordu. Okyanusların derinliklerinden çıkartılan foram kabuklarındaki bazı izotopların analizinin, dönemin iklimi -özellikle de son 5 milyon yılda, Kuvaterner'deki buzul çağları sırasındakiler- ve iklim değişimi hakkında sağladığı bilgiler nedeniyle büyük önemi vardır.

Eğreltiotu (Filicopsida türleri) Her ne kadar modern eğreltilerin birçoğu ağaç gölgeleriyle iyice loşlaşmış orman tabanlarında yetişse de dağların yüksek kesimlerinde, hatta çöllerde yetişen türleri bile vardır.



GINKGOALES (GINKOLAR)

Geç Triyas - Bugün

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Pteridospermales, Bennettitales, Cycadophyta, Coniferopsida, Angiospermae*

Ginkolar aslında çok çeşitli Mesozoyik bitkileridir; ama günümüze yalnızca Çin baldırıkara ağacı, *Ginkgo biloba*, kalmıştır. Bu ağaca "yaşayan fosil" de denir.

GINKGOACEAE
Baiera 138-138, 156-157
Ginkgoites 140-141
Ginkgoites australis 162-163

GNATHOSTOMES (ÇENELİ OMURGALILAR)

Erken Silüriyen - Bugün

İÇİNDE *Chordata*

KARŞILAŞTIRINIZ *"Agnatha"*

AYRICA BAKINIZ Chondrichthyes, Osteichthyes (Sarcopterygii ve Actinopterygii dahil)

Omurgalıların evrimindeki en önemli gelişmelerden biri, çenelerin ortaya çıkmasıdır. Bununla birlikte av ve avcı hayvanlar arasında sonu gelmeyen bir "silahlanma yarışı" başlamıştır. Gerek köpekbalığı gibi kıkırdaklı balıklardan gerekse somon gibi kemikli balıklardan insan gibi memelilere kadar bütün omurgalılar ilk gnathostomelerden türemiştir. Öndeki kemiksi solungaç destekleri zaman içinde aşamalı olarak değişmiş, solungaç aralıklarının sayısını azaltarak alt-üst çeneleri oluşturmuştur. Çene oluşum sürecinin ilk evreleri, placodermler (Silüriyen-Devoniyen) ve acanthodianlar (Silüriyen-Permiyen) gibi soyu tükenmiş gruplarca kaydedilmiştir. Placodermler kalın zırhlarla donanmış ve zaman zaman 10 m'lik *Dunkleosteus* gibi dev boyutlara ulaşmış balıklardı. Bunun tersine acanthodianlar köpekbalığı benzeri balıklardı ve talimar görevi görerek yüzgeçlere destek olan ve korunmaya yarayan dikenleri vardı. Temel grupları acanthodianlar, placodermler, **Chondrichthyes** ve Actinopterygii ile Sarcopterygii temel gruplarını içine alan **Osteichthyes**'ti.

• **PLACODERMI**

RHENANIDA
Gemuendina 72-73

ANTIARCHI
Asterolepis 78-79
Bothriolepis 74-77



Ginko (*Ginkgo biloba*). Yaşayan ginko ağaçları birçok yönden sıra dışıdır. Yaprakları yelpaze şeklindedir; böceklere, hastalıklara ve olumsuz hava koşullarına karşı direnci nedeniyle de ömrü yüzyılları bulur.

PTYCHODONTIDA
Campbellodus 74-75

ARTHRODIRA
Eastmanosteus 74-75
Dunkleosteus 80-81
Groenlandaspis 82-83

GRAMINAE (OTLAR)

Eosen - Bugün

İÇİNDE *Angiospermae*

Günümüzde yeryüzünde 10.000 dolayında ot türü vardır. Çiçekli bitkilerin evrimindeki en önemli gelişmelerden biri Eosen'de, belki daha da önce, otların ortaya çıkmasıdır. Çeşitlilikleri sayesinde kuraklığa, dona ve su baskınına dayanıklı bitkiler türemiştir. Ayrıca atlar ve sığırlar gibi otçul hayvanlar için önemli bir besin kaynağı olmuşlardır. İnsanlar da pirinç gibi başlıca besin kaynağı olan bazı bitkileri otlardan çaprazlama yaparak evcilleştirmişlerdir.

GRAPTOLITHINA (GRAPTOLİTLER)

Orta Kambriyen – Geç Karbonifer

Soyu tükenmiş graptolitlerin "kaya üzerine yazılmış yazı", kıltestere bıçağı ya da ilkel bitki gibi bir görünümleri vardı. Aslında gelişmiş omurgasızlardı (pterobranchlarla yakın akraba olan yarıkordalılardı). Yüz kadar bireyden oluşan koloniler halinde yaşayan, küçük, aseksüel olarak tomurcuklanmış zooidlerdi. Bunların her biri ancak 1 mm büyüklüğe ulaşabiliyordu; ama salgıladıkları bir maddeyle birbirlerine tutunuyor ve 2 m'ye kadar büyüyebilen borumsu bir iskelet oluşturuyorlardı. Graptolitler, bazıları deniz tabanına tutunmuş olarak, bazıları da serbestçe yüzerek yaşayan ve suyu süzerek beslenen hayvanlardı. Çok bol oluşları, çok geniş alanlara yayılmış olmaları ve hızlı bir evrim geçirmiş olmaları sayesinde paleontologların Paleozoyik tabakalarını bölümlendirip tanımlama işini kolaylaştırmışlardır.

GRAPTOLIDEA
Monograptus 66-67
Crytograptus 66-67

GYMNOSPERMOPSIDA (TOHUM TAŞIYAN BİTKİLER)

Geç Devoniyen? - Bugün

KARŞILAŞTIRINIZ *Rhyniophyta, Sphenopsida, Lycopsida, Filicopsida*

AYRICA BAKINIZ Pteridospermales, Bennettitales, Cycadophyta, Ginkgoales, Coniferopsida, Angiospermae

Tohum taşıyan ya da açıktohumlu bitkiler, aralarında tohumlu eğreltilerin (**Pteridospermales**), sikadların (**Cycadophyta**), bennettitaleanların ve glossopteridlerin, ginkoların (**Ginkgoales**), iğneyapraklıların (**Coniferopsida**) vs. bulunduğu büyük bir gruptur. Karbonifer'in yaygın eğreltilerinin (**Filicopsida**), kibritotlarının (**Lycopsida**) ve büyük ağaç benzeri atkuyruklarının (**Sphenopsida**) soylarının tükenmesinden sonra açıktohumlu bitkiler giderek yaygınlaşmıştır.

Gymnosperm "çıplak tohum" anlamına gelir; çünkü tohumu tümüyle saran koruyucu bir kılıf yoktur. Bu durum bitkilerin evrimindeki erken bir aşamaya karşılık gelir. Kapalıtohumlu bitkilerde, döllenmemiş tohumlar (tohum taslağı) tohumluklarda durur.

Glossopteris. Adlarını dil şeklindeki yapraklarından alan glossopterid ağaçları Permiyen'de Güney Yarımküre'nin büyük bir bölümüne yayılmış açıktohumlulardır.



Açıktohumlu bitkilerde tohum taslağının bir yumurtası ve koruyucu bir kılıfla kısmen örtülü, büyük bir besin deposu olur. Ama bir uçta da polenlerin girebilmesi ve döllenebilmesi için bir açıklık bulunur. Döllenmenin ardından gelişen embriyon, besin deposundan beslenir ve kılıf sayesinde de korunur.

• **PROGYMNOSPERMOPSIDA**

Archaeopteris 76-77

BENNETTITALES (CYCADEOIDS)
Welwitschiostrobus 158-159

GLOSSOPTERIDALES
Glossopteris türleri 102-103
Glossopteris linearis 102-103
Plumsteadia 102-103
Austraglossa 102-103
Dictyopterium 102-103

CZEKANOWSKIALES
Czekanowskia 144-145, 154-155

• **GNETALES**

EPHEDRACEAE
ephedroid türleri 160-161

• **CORDAITALES**

Cordaites 90-91

HEXAPODA (BÖCEKLER)

Erken Devoniyen - Bugün

İÇİNDE *Uniramia*

Kullanılan ölçüt her ne olursa olsun –örneğin sayıca bolluk, çeşitlilik, biyokütle ya da akla gelebilecek başka bir şey– böcekler gelmiş geçmiş en olağanüstü hayvanlardandır. Bu uniramian eklembacaklı grubunun (*bkz.* **Uniramia**) içine hamamböcekleri, yusufçuklar, karıncalar, kınkanatlılar, yabanarıları, sinekler vs. –adından da anlaşılacağı üzere altı bacaklı bütün hayvanlar– girer. 300.000 kadarı kınkanatlı olmak üzere yaşayan bir milyon kadar böcek vardır. Geçmişte yaşamış olanlarla birlikte olasılıkla toplam 5 milyon türün üzerinde olmalıdırlar. Böcek fosillerinin kaydı, Rhynie Chert'ten çıkartılan *Rhyniella* gibi ilkel biçimlerle Erken Devoniyen'e kadar uzanır. Ne var ki mineralleşmiş dış iskeletlerinin olmayışı, fosil kayıtlarının, eklembacaklıların trilobitler (*bkz.* **Trilobita**) gibi başka gruplarında görüldüğü kadar iyi olmadığı anlamına gelir. Yine de göl ve lagün çamurları gibi bazı sakin su çökellerinde böcek dokuları çok iyi (kehribarda olduğu kadar) korunabilmiştir ve şimdiye kadar 40.000 dolayında fosil böcek türü tanımlanmıştır.

Böcek bedeni üç bölümden oluşur: baş, toraks ve karın. Başta da altı bölüm vardır: bir çift birleşik göz, algılayıcı bir çift anten ve çiğnemeye yarayan çeneler. Toraksta iki çift kanat ve her birinde birer çift bacak olan üç bölüm bulunur. Karındaysa sayıları 11'e kadar değişen bölümler olur. Ancak çoğu karasal ve bir bölümü de denizel birçok değişik ortama uyum sağlamak için bu temel yapıdan sapmalar olmuştur. Böcekler bitkilerin evriminde özellikle de kapalıtohumluların kinde (çiçekli bitkiler) yaşamsal bir rol oynamışlardır. Sayıca çok ve çeşitli oluşları, birçoğunun özel nişlere ve iklim koşullarına uyum sağlamasına yol açmıştır. Böylece son buzul çağları gibi eski dönemlerin ortamlarının canlandırmasında onların kalıntıları da çok yararlı olmuştur.

• **ENTOGNATHA**

COLLEMBOLA
Rhyniella 70-71

• **ENTOGNATHAN PTERYGOTES**

PALAEODICTYOPTERIDA
palaeodictyopteridan türleri 94-95
Dunbaria 98-99

EPHEMEROPTERA (MAYFLIES)
megasecopteran türleri 92-93
Voltziaphemera 114-115
Ephemeropsis 152-153
Ephemera 204-205

PRODONATA
Meganeuropsis 98-99

ODONATA (YUSUFÇUKLAR)
Namurotypus 94-95
Arctotypus 106-107
Tarsophlebia 142-143
Araripeliupanshania 160-161
Miopodagrion 204-205

POLYNEUROPTERAN "PROTORTHOPTERANS"
Eucenus 88-89
Gerarus 88-89

• **POLYNEUROPTERAN ANARTIOPTERANS**

DERMAPTERA
Labiduromma 204-205

ORTHOPTERIDA
Gigatitan (titanopteran) 118-119

• **DICTYOPTERAN "BLATTODEANS"**

BLATTODEA (HAMAMBÖCEKLERİ)
blattodean türleri 88-89, 94-95, 114-115
Syscioblatta 100-101

ISOPTERA
"Macrotermes" (termit) 214-215

MANTODEA (PEYGAMBERDEVELERİ VE SOPABÖCEKLERİ)
Santanmantis 158-159



Altın yer kınkanatlısı (*Carabus auratus*). Uçamayan bu Avrupa kınkanatlılarında tipik bir hexapod beden planı –toraksta üç çift bacak, bir çift anten ve iki çift ağız bölümü–vardır.

• **PARANEOPTERA**

CICADOMORPHA
Quadraticossus (cicadoid) 132-133
cicadomorph türleri 152-153
Baeocossus (palaeontinid) 158-159
Tettagalma (palaeontinid) 158-159
cicada türleri 196-197

• **HOLOMETABOLA (ENDOPTERYGOTA)**

COLEOPTERA (KINKANATLILAR)
Notocupoides 118-119
Tetraphalerus 154-155
Hadeocoleus 118-119
buprestid türleri 198-199
"Bledius" 204-205
Aphodius (bokböceği) 204-205

• **NEUROPTERIDA**

NEUROPTERA (LACEWINGS)
Leptolingia 132-133
Grammolingia 132-133
Marquettia 204-205
Baisopardus 160-161
myrmeliontid türleri 160-161
belostomatid türleri 158-159

• **HYMENOPTERIDA**

HYMENOPTERA (YABANARILARI, ARILAR VE KARINCALAR)
Formicium 196-197
Ischnidium 150-151
Cretofedtschenkia 158-159
Heriades 204-205
Microstylum 204-205
Palaeovespa 204-205

• **ANTLIOPHORA**

MECOPTERA (AKREP SİNEKLERİ)
Holcorpa 204-205
Mongolbittacus 132-133

DIPTERA (GERÇEK SİNEKLER)
Axioxyela 118-119
Syrphus 204-205

• **AMPHIESMENOPTERA**

LEPIDOPTERA (GÜVELER VE KELEBEKLER)
Oligodonta 204-205
Prodryas 204-205
Vanesa 204-205

HOMINIDAE

Miyosen - Bugün

İÇİNDE *Hominoidea*

İnsangiller (hominid), catarrhine primatlardan olan bir hominoid grubudur. Catarrhine primatlar da Güneydoğu Asya orangutanları ve onların fosil akrabalarıyla (hepsi birden Ponginae diye anılır) Afrika insansı maymunları (şempanzeler, goriller ve insanlarla bunların fosil akrabaları –hepsi birden Homininae diye anılır) olarak ikiye bölünmüştür. Çeşitli hareket tarzlarını benimsemeleriyle birlikte yayılmaları da başlamıştır –orangutanlar dallarda kollarıyla sallanarak ilerler ve ağır ağır tırmanır. Afrika büyük insansı maymunları tırmanırken genellikle kollarını ve ayaklarını kullanır ve insanlar iki ayak üzerinde ilerler.

Bilinen en eski insangiller *Kenyapithecus*lar gibi Doğu Afrika ve Orta Avrupa'da çıkartılmış olan Miyosen'den kalma türlerdir. Asya'da çıkartılan Miyosen sonrasından kalma yeteri kadar Ponginae fosili vardır; ama Afrikalı Homininaelerin 6 milyon yıl öncesine kadar olan fosil kayıtlarında

büyük bir boşluk bulunur. Bilinen en eski insansı fosili *Sahelanthropus*'unkidir. Bu, Miyosen sonlarında insanlarla insansı maymunların ortak atalarından ayrılmalarına yakın bir dönemde yaşamış küçük, insansı maymun benzeri bir hayvandı.

Son 6 milyon yılda Afrika'da insanla ilişkili 20 kadar tür ortaya çıkmıştır. Ancak bunlardan çok azı bu kıtanın sınırlarını aşabilmiştir. Afrikalı bu türlerden biri de *Homo sapiens*'ti. *Homo sapiens* yaklaşık 200.000 yıl önce ortaya çıktı; benzer bütün türler arasında en başarılısı oldu ve en geniş alana yayıldı.

HOMINOIDEA (İNSANSI MAYMUNLAR)

Miyosen - Bugün

İÇİNDE *Anthropoidea*

AYRICA BAKINIZ *Hominidae*

Hominoidler olarak da bilinen insansı maymunlar, gibonlarla (Hylobatidae Familyası) şempanzeler, goriller, orangutanlar, insanlar ve bunların atalarını (Hominidae) birlikte kapsayan bir gruptur. Yaşayan çok az insansı maymun türü kalmıştır; ancak bunların geçmişte Afrika'da ve Güneydoğu Asya'daki hem çeşitlilikleri hem de yayılımları çok daha büyüktü. Ne yazık ki insansı maymunların ilk dönemlerine ilişkin fosil kayıtları çok azdır. Bu durum da onların 25 milyon yıl önce haplorhine primatları içindeki kökenlerine yönelik birçok ayrıntıya erişilmesine engel olmaktadır. Bu grubun ilk üyelerinin en iyi bilinen fosillerinden biri Afrika'da Miyosen tabakalarından çıkartılan *Proconsul* fosilidir. Miyosen'in sonlarına gelindiğinde insansı maymunlar çok boldu ve yalnızca Afrika'da değil, Asya ve Avrupa'da da yayılmıştı. Çoğunlukla meyveyle besleniyorlardı. Burun açıklıkları dar, gözleri öne dönük, kafatasları oldukça yuvarlak ve şempanze büyüklüğünde hayvanlardı; kuyrukları da yoktu.

ICHTHYOSAURIA

Erken Triyas – Geç Kretase

İÇİNDE *Diapsida*

AYRICA BAKINIZ *Lepidosauria, Archosauria, Plesiosauria, Placodontia*

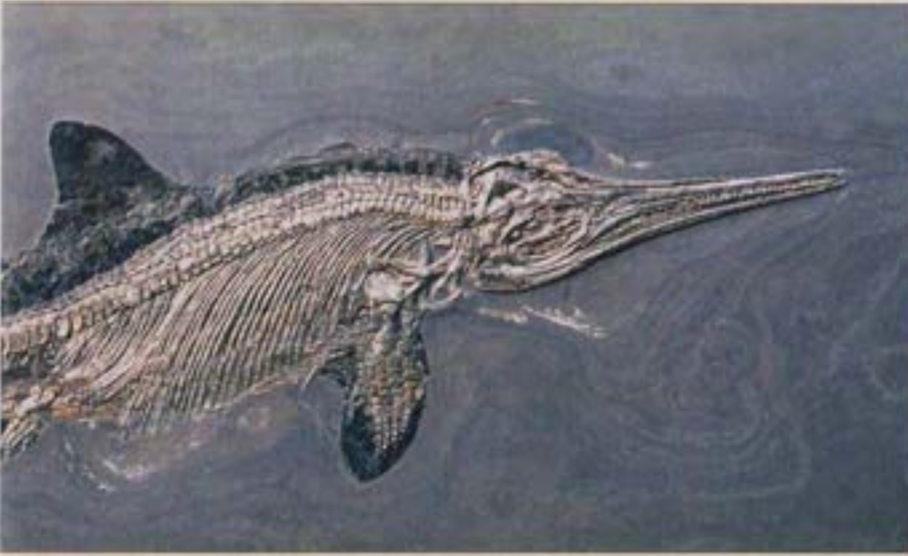


Stenopterygius. Almanya'daki Holzmaden'dan çıkarılan bu görece küçük, ince-uzun kafatasli ichthyosaurun fosilinden, bu türün günümüz yunuslarına çok benzediği açıkça görülüyor; olasılıkla balıkla beslenmeye dayanan benzer bir yaşam tarzları vardı.

Soyu tükenmiş ichthyosaurlar ya da öteki adıyla "balık kertenkeleler" Mesozoyik'in büyük bir bölümünde yaşamış, çok başarılı denizel diapsid sürüngenlerdi. Yunuslarınkine benzeyen bedenleri, hızla kaçan avlarını izleyebilmeleri için hidrodinamik bir yapıdaydı; tetrapod uzuvlarını, tıpkı fokların ayakları gibi, yüzerken yön değiştirmede kullanıyorlardı. Suda ilerlemelerini sağlayan asıl itki, güçlü kasları olan kuyruklarından geliyordu. Ichthyosaurlar 15 m boya erişebiliyordu ve keskin dişlerle donanmış uzun bir gagaya benzeyen çeneleri vardı. Büyük gözlerinden, avlanmak için görme duyusundan yararlandıkları anlaşılıyor.



◆ **Orangutan** (*Pongo* türleri). Bu insangil insansı maymunlar yalnız yaşarlar ama yavruları 6-7 yaşına gelinceye kadar annelerinin yanından ayrılmaz



• **CHIROPTERA (YARASALAR)**

MICROCHIROPTERA
Archaeonycteris 196-197
Icaronycteris 190-191
Palaeochiropteryx 198-199
Brachipposideros (yaprak burunlu yarasa) 208-209
Hipposideros 238-239

ONYCHONYCTERIDAE
Onychonycteris 190-191

• **CETARTIODACTYLA**

ARCTOCYONIDAE
Chriacus 180-181

HYOPSODONTIDAE
Hyopsodus 188-189

PHENACODONTIDAE
Phenacodus 188-189

• **DINOCERATA**

UINTATHERIIDAE
Uintatherium 190-191

• **ARTIODACTYLA**

DICHOBUNOIDEA
Diacodexis 188-189
Messelobunodon 196-197

• **ARTIODACTYL SUIFORMS**

SUIDAE (DOMUZLAR)
Hippopotamodon 212-213
Nyanzochoerus 214-215
Sus scrofa 222-223

• **ANTHRACOTHEROIDEA**

HIPPOPOTAMIDAE
Hexaprotodon (cüce suaygırı) 214-215

LAURASIATHERIA (LAURASIATHERIAN MEMELİLER)

Erken Kretase – Bugün

İÇİNDE *Boreoeutheria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Euarchontoglires*

Ortaya çıkışları Erken Kretase'ye kadar uzanan ilk laurasiatherian memelilerin arasında günümüz kırfarelerinin, kirpilerin, köstebeklerin ve yarasaların ataları da vardı. Daha gelişmiş üyeleri arasında da ferungulatlar olarak da bilinen büyük grup bulunur. Bu grupta yer alan hayvanlarsa tanıdık cetartiodactyller (sığırlar, domuzlar ve balinalar), perissodactyller (atlar, gergedanlar, tapirler), carnivoranlar (kediler, köpekler, sansarlar, foklar ve ayılar) ve daha az bilinen, garip pholidotanlardır (pangolin).

Cetartiodactyller de kendi içinde çift toynaklılara (artiodactyller) ve molekül analizlerine dayanılarak cetaceanlara ayrılırlar. İlk gruptakiler suiformları (domuzlar ve suaygırları) ve selenodontidleri (sığırlar, geyikler, zürafalar ve develer) içerir –bunların balinalar, yunuslar ve domuzbalıklarının üyesi olduğu cetaceanlarla olan bağları şaşırtıcı gelebilir; ancak bu bağlar fosil kayıtlarla desteklenmektedir. Artiodactyllerin, Eosen'de yaşamış *Diacodexis* gibi, tavşan büyüklüğünde, bitkiyle beslenen bir hayvandan türediği düşünülüyor. Cetaceanların da Pakistan'da çıkartılan *Pakicetus* gibi karada yaşayan artiodactyllerden birinden türediğini gösteren fosil kayıtları vardır.

Tek sayıda ayak parmağı olan perissodactyller Eosen'de çeşitlenmiş ve otlayarak beslenen hayvanların en baskını olmuşlardır. Soyu tükenmiş ama geride iyi fosil kayıtları bırakmış iki önemli perissodactyl grubu chalicotherler ve brontotherlerdir. Brontotherler Kuzey Amerika'da yaşamış *Brontops* gibi omuz yüksekliği 2 m'yi aşan, gergedan benzeri otlayan hayvanlardı. Brontotherlere yakın büyüklükteki chalicotherler atlarınkine benzeyen başları, kavramaya yarayan uzun kolları ve kısa arka bacakları olan üç toynaklı, garip hayvanlardı.

Geri kalan laurasiatheranlar arasında, avından et koparmaya yarayan bir çift büyük ve keskin yanak dişiyle ayırt edilen carnivoranlar vardı. Bunların köpekdişleri de avlarının derilerini delip onları tutmaya ve öldürmeye yarayacak biçimde gelişmiş, kama şeklini almıştı. Pinnipedler (foklar, denizaslanları ve morslar) bir grup sucul carnivorandı. Bunlar olasılıkla, tıpkı Kuzey Amerika'daki *Enaliarctos* gibi, Oligosen'de yaşamış ayı benzeri bir atadan türemişlerdi.

Son olarak molekül analizleri, carnivoranlarla derileri pullu, karıncayla beslenen, dişsiz pangolinler arasında yakın bir akrabalık olduğunu ortaya çıkardı. Günümüz pangolinleri yalnız Afrika ve Güneydoğu Asya'da yaşarlar; ama bir zamanlar Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da da yaygındılar. *Eomanis*, Almanya'da Messel'deki Eosen şeyllerinden çıkartılmış, olağanüstü iyi korunmuş bir pangolin türüdür.

• **LIPOTYPHLA**

AMPHILEMURIDAE
Pholidocercus 198-199

ERINACEIDAE (KİRPİLER)
"Tupaiodon" 206-207
Gymnurechinus 210-211



Uçan tilki (*Pteropus* türleri). Büyük "meyve yarasaları" ve onların küçük, böcekçil akrabaları, Laurasiatherianların ne kadar zengin bir çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Mors (*Odobenus rosmarus*). Yarasa (önceki sayfa) ile mors kadar birbirinden farklı iki hayvan düşünmek zordur; ne var ki Laurasiatheria içinde ikisinin ortak bir soy hatları vardır.

VIVERRAVIDAE
Didymictis 180-181, 188-189

URSIDAE
Ursus (ayı) 222-223
Arctodus (küçük yüzlü ayı) 234-235

MUSTELIDAE
Plesictis 206-207

PINNIPEDIA
Arctocephalus pusillus 226-227
Arctocephalus forsteri 244-245
Monachus (keşiş foku) 236-237

• PHOLIDOTA

EOMANIDAE
Eomanis (pangolin) 196-197

LEPIDOSAURIA (KERTENKELELER, YILANLAR VS.)

Geç Triyas – Bugün

İÇİNDE *Diapsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Archosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria, Placodontia*

Bu büyük sürüngen grubunda 4.470 kadar kertenkele türünün ve 2.920 yılanın yanı sıra, Yeni Zelanda'da çıkartılan ve ataları Geç Triyas'ta ortaya çıkmış kertenkele benzeri *Sphenodon* gibi soyu tükenmiş bir grup hayvan da yer alır.

Bazı lepiodosaurlar ayrıca squamatlar olarak da gruplanmıştır. Bunların arasında da iguanalar, gekkolar, ambısphaenidler, anguimorphlar ve yılanlar gibi hepsinin de esnek kafatası olan çeşitli "kertenkele" grupları yer almaktadır. Bunların karşılıklı ilişkilerinin evrimi henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Aralarında en çeşitli olanı anguimorphlardır –Geç Kretase'de dev, avcı mosasaurlar gibi bazıları, denizde yaşayacak şekilde uyarlanmıştır.

• SQUAMATA

GEKKOTA
Bavarisaurus 140-141

SCINCOMORPHA
Saurillodon (paramacellodid) 138-139
Paramacellodid türleri 136-137

ANGUIMORPHA
Estesia (varan kertenkelesi) 170-171
Physignathus (su ejderhası) 208-209
Varanus komodoensis 238-239

MOSASAURIDAE
Mosasaurus 176-177

SERPENTES (YILANLAR)
Boavus 190-191
Palaeopython 196-197
Montypythonoides (piton) 208-209
Python türleri 210-211

Yeşil yılan (*Opheodrys* türleri) Yılanlar, bacaklarını aşamalı olarak yitirecek şekilde –büyük olasılıkla oyuklarda yaşamak için geliştirilen bir uyarlanma– evrim geçiren lepidosaurlar grubunun üyesidir.



LEPOSPONDYLI

Karbonifer – Erken Permiyen

İÇİNDE *Tetrapoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Temnospondyli, Amniota*

Soyu tükenmiş bu tetrapod grubunda microsaurlar, nectrideanlar ve aistopodlar yer alır. Bunların çoğu karasal hayvanlardı; ama bazıları sonradan sucul olmuştu (örneğin nectrideanlar), bazılarının uzuvları indirgenmişti (bazı microsaurlar) ve bazılarında da uzuvlar tümüyle yok olmuş ve yılan benzeri hayvanlara (örneğin aistopodlar) dönüşmüşlerdi.

• MICROSAURIA

MICROBRACHIDAE
Microbrachis 94-95

GYMNARTHRIDAE
Hylerpeton 92-93

• NECTRIDEA

UROCORDYLIDAE
Sauropleura 94-95
Diplocaulus 98-99

• AISTOPODA

OPHIDERPETONTIDAE
Aornerpeton 94-95
Ophiderpeton 84-85

LISSAMPHIBIA (MODERN İKİYAŞAYIŞLILAR)

Triyas – Bugün

İÇİNDE *Temnospondyli*

Tanıdık olduğumuz kurbağalardan, semenderlerden ve kelerlerden sonradan uzuvlarını yitirmiş yılan benzeri caecilianlara (gymnophyones) kadar dikkate değer bir çeşitlilik gösteren günümüz ikiyaşayışlılarının (lissamphibian olarak da bilinir) yaşayan 4.000 dolayında türü vardır. Üremek için suya gereksinim duymalarına karşın, mağaralardan bataklıklara hatta dağ yamacındaki ormanlara kadar şaşırtıcı bir çeşitlilikte sucul ve karasal habitatta yaşayacak şekilde uyarlanmışlardır. Birçoğu oldukça küçüktür; narin kemiklerinden oluşan bir iskeletleri vardır. Göl tabanı çamurları gibi ender rastlanan uygun ortamlar olmadıkça bu iskelet genellikle iyi fosilleşmez. Bu grubun bilinen en eski üyeleri Triyas kurbağalarıdır, ama bunların iskeletleri de modern kurbağalarınkine benzer; bu grubun kökeni daha da eskilere dayanıyor olmalıdır.



Stag's-horn kibritotu (*Lycopodium clavatum*) Yukarı dönük dallarında spor taşıyan kozalaklar bulunan bu yaygın lycopsid türleri asıl olarak toprak yüzeyinde yetişir.

• ANURA (KURBAĞALAR)

DISCOGLOSSIDAE
Callobatrachus 150-151

LEPTODACTYLIDAE
Arariphymus 160-161

PELOBATIDAE
Eopelobates 198-199
Litoria (ağaç kurbağası) 208-209

• URODELA (SEMENDERLER VE SUKELERLERİ)

CAUDATA
cryptobranchoid türleri (semender) 132-133
Chunerpeton 132-133

ALBANERPETONIDAE
Celtedens 138-139

LYCOPSIDA (KİBRİTOTLARI)

Geç Silüriyen – Bugün

KARŞILAŞTIRINIZ *Rhyniophyta, Sphenopsida, Filicopsida, Gymnospermopsida*

Kibritotları ya da lycopsidler ilkel bitkilerdir ve çoğunlukla toprak altındaki yatay ve kök benzeri bir yapıdan çıkarak dik duran bir gövdeden oluşurlar. Sarmal olarak büyüyen şerit şeklindeki yaprak benzeri "microphyller" gövdeden çıkar ve koparıldığında özgün bir iz bırakırlar. Tıpkı ilkel bitkilerin çoğunda olduğu gibi üremek için suya bağımlıdırlar ve sporlarını microphyllerin üst yüzünde, gövdeye bağlandıkları noktalardaki sporangiyumlarda üretirler.

İlk kibritotları yalnızca 50 cm kadar büyüyordu ama Devoniyen'de çeşitlendiler ve büyümeye başladılar. Karbonifer'e gelindiğinde bazı türlerinin boyu tıpkı *Lepidodendron* gibi 30 m'yi buldu ve dev bitkiler olarak dünyanın alçak bölgelerindeki tropikal ormanların en yaygın türleri oldular. Permiyen'in sonundaki büyük felakette türlerin çoğunu yitiren kibritotları bir daha tam olarak toparlanamadı –bugün ancak *Isoetes* ve *Selanginella* gibi birkaç küçük cinsleri kalmıştır.

DREPANOPHYCALES
Drepanophycus 82-83

LYCOPODIALES
Lycopodium 138-139

LEPIDODENDRALES
Stigmaria 94-95

SIGILLARIACEANS
Sigillaria 90-93

• **ZOSTEROPHYLLOPSIDA**

ZOSTEROPHYLLALES
Asteroxylon 70-71
Serracaulis 82-83

MEMELİLER

Geç Triyas – Bugün

İÇİNDE *Cynodonta*

AYRICA BAKINIZ Monotremata, Marsupialia, Eutheria (Xenarthra, Afrotheria ve Boreoeutheria'yı içeren)

5400 kadar yaşayan türü olan memeliler farelerden yarasalara balinalardan insanlara kadar büyük değişkenlik göstermelerine karşın, tüylü (kıllı, saçlı) oluşları, yavrularını doğurmaları ve sonra da onları annenin meme bezlerinde üretilen sütle emzirmeleri ve sıcak kanlı oluşları gibi, hepsinde ortak olan bazı karakteristik özellikler taşırlar. Bu özelliklerden bazıları (genellikle tüyler dışındakiler) memeli fosillerinde de korunmuştur. Bunun yanında yalnızca memelilerde olan bazı iskelet özellikleri de vardır –özellikle hareketli tek çene kemiği–. Memelilerin cynodont atalarının (*bkz.* **Cynodontia**) çenelerinde dört kemik vardı ve çenenin evrimi sırasında bunlardan üçü orta kulaktaki üç küçük kemiğe dönüştü. Bu küçük kemiklerin gelişimi ağaçlarda yaşayan, olasılıkla gececil, küçük ilkel memeliler açısından duyma ve denge duyuları için çok önemliydi.

Ayrıca memelilerin dişlerinin avlarını yakalamak, öldürmek ve lokmaları –sindirim sırasında enerji harcamasını azaltmak amacıyla– "ön işlem"den geçirmek gibi çeşitli işlevleri olduğundan, oldukça karmaşık bir yapısı vardır. Bu yapı, özellikle böcekle beslenen etkin avcılar olan ilk memeliler için önemliydi. Şaşırtıcı bir biçimde memelilerin dişleri, özellikle de yanak dişleri, tür düzeyine kadar ayırt edici özellikler taşır. Bu durum, memeli fosil kayıtlarının büyük bölümü dişlerden oluştuğu için paleontologlara büyük kolaylık sağlar.

Kenozoyik'in son 65 milyon yılı boyunca 20'den çok temel memeli grubu ortaya çıkmış ve günümüze kadar gelmiştir. Aynı dönemde 8-9 başka grup da soyunu sürdüremeden yok olmuştur. Memeliler, kökenleri Mesozoyik'e kadar giden üç temel gruba ayrılır: yumurtlayan **Monotremata** (Jura - bugün), yavrularını kesede taşıyan **Marsupialia** (Orta Kretase - bugün) ve günümüzde egemen olan plasentalı memeliler (**Eutheria**) (Erken Kretase - bugün). Uzun bir gebelik süresi olan eutherian memeliler, marsupiyal memelilerle (yavrularını henüz olgunlaşmış olarak doğuranlar) birlikte "therianlar" diye bir grup daha oluşturur. Küçük yumurtalar bırakarak üreyen daha ilkel monotremler bu grubun dışında kalır.

Ayrıca çoğu Mesozoyik'ten bilinen ama soyu tükenmiş birkaç grup daha vardır. Bunların birçoğunun dişlerden oluşan fosil kayıtları hakkında yakın zamana kadar çok az şey biliniyordu. Ama Çin'de ve Moğolistan'da genellikle Mesozoyik tabakalarda bulunan eksiksiz bazı iskeletler dinozorlarla bir arada yaşamış ilkel memelilere ilişkin bilgi ve anlayışımızda bir devrime yol açtı.

Henkelotherium. Portekiz'deki Guimarota'nın Jura tabakalarından çıkartılan bu fosil, en eski ve en eksiksiz memeli kalıntılarından biridir. Bu "temel therian" in hem marsupiyal hem de plasentalı memelilere özgü yanları vardır.



SOYU TÜKENMİŞ MEMELİ GRUPLARI

Geç Triyas – Oligosen

Küçük, karasal omurgalı kalıntılarının korunması söz konusu olduğunda tutarsızlıklar gösteren fosil kayıtları nedeniyle gerçek ilkel memelilere ilişkin bilgilerimiz tam değildir. Kuzey Amerika'dan çıkartılan Geç Triyas'tan kalma *Adelobasileus* gibi fosillerin kafataslarında, memeli özelliklerinin yanı sıra, birtakım cynodont özelliklerinin de olduğu görülür. En iyi bilinen ilk gerçek memeli grupları arasında *Megazostrodon* gibi soyu tükenmiş Jura morganucodontları vardır. Bunlar küçük (10 cm boyunda), kırfaresi benzeri etkin böcekçillerdi.

Kısa ömürlü öteki ilk memelilerin arasında kuenotheriidler (Erken Jura), docodontlar (Orta - Geç Jura), çoktüberküllüler (Geç Jura - Oligosen) ve symmetrodontlar (Geç Jura - Kretase) bulunur. Bu sonuncu grup Theria'ya en yakın olanlarıdır –bunların yumurtlayarak mı yoksa, doğurarak mı ürediklerı anlaşılamamıştır; ama pelvis açıklığının dar oluşu, onların tıpkı günümüz marsupiyalleri gibi olgunlaşmamış yavrular doğurduğunu düşündürtüyor. Genel olarak bu ilkel memeliler çoğunlukla küçük, böcekle beslenen, kırfaresi ile kirpi arası büyüklükteki hayvanlardı. Bunlar asıl olarak dişlerinden bilinir.

Ne var ki son zamanlarda fosil kayıtlarına yapılan yeni eklemeler, ilk memelilerin Mesozoyik boyunca aşırı çeşitlendiğini ve önceden sanıldığından çok daha başarılı olduklarını ortaya koyuyor. Çin'de ve Moğolistan'da bulunan daha eksiksiz fosillere göre hem yapı olarak hem de yaşadıkları habitatlar açısından sanıldığından çok daha çeşitliymişler. Örneğin opossum büyüklüğündeki tricodont *Repenomamus* 14 kg ağırlığındaydı ve ilk memelilerin en büyüklerinden biriydi. Bu hayvanın midesinde bir psittacosaur dinozor yavrusu olduğu halde bulunan, olağanüstü iyi korunmuş fosilinden onun aslında etkin bir avcı ya da leşçil olduğu anlaşılmıştır.

• **TEMEL MEMELİ FORMLARI**

SHUOTHERIIDAE
Pseudotribos 132-133

VOLATICOTHERIIDAE
Volaticotherium 132-133

DOCODONTA
Castorocauda 132-133
Haldonodon 138-139

BİLİNMEYEN AKRABA
Furitafossor 144-147

• **EUTRICONODONTA**

Jeholodens 154-155

GOBICONODONTIDAE

eutriconodontid türleri 156-157

REPENOMAMIDAE

Repenomamus 152-153

• **ALLOTHERIAN MULTITUBERCULATES**

paulchoffatiid türleri 138-139

CIMOLODONTA

Kryptobataar (djadochtatheriidan) 170-171

Nemegtbataar 172-173

PTILODONTIDAE

Ptilodus 180-181

• **CLADOTHERIA**

DRYOLESTIDAE

Henkelotherium 138-139

PERAMURIDAE

Tendagurutherium 136-137

• **TRIBOTHERIA**

AEGIALODONTIA

Kielantherium 156-157

• **METATHERIA**

DELTATHERIDIIDAE

Deltatheridium 174-175

MARSUPIALIA

Kretase – Bugün

İÇİNDE *Memeliler*

KARŞILAŞTIRINIZ *Monotremata, Eutheria*

Kanguru, wombat, Tasmanya şeytanı ve koala gibi yaşayan marsupiyaller çoğunlukla Avustralya'da bulunur; ama Amerika'da da opossum gibi bazı marsupiyaller vardır. Bu dağılımdan yola çıkarak marsupiyallerin geçmişte çok daha yaygın olduğu söylenebilir. Zaten fosil kayıtları da ilk yayılımın Erken Kretase'de Amerikalardan Antarktika ve Avustralya'ya doğru olduğunu, sonraki yayılımın da Kenozoyik'in başlarında Kuzey Amerika'dan Avrasya ve Afrika'ya doğru olduğunu ortaya koyuyor. Ancak daha sonra marsupiyaller, koparak Gondwana'nın geri kalanından yalıtılan Avustralya dışında, yayılmış oldukları bütün bölgelerde yerlerini plasentalı eutherian memelilere bırakmışlardır.

Avustralya marsupiyallerinin yaşayan 143 türü, plasentalılarla birlikte daralan evrimin çok güzel bir örneğini gözler önüne sermiştir. Olası her türlü ekolojik nişi dolduracak şekilde evrim geçirirlerken bütün türler, soyu kısa süre önce tükenen *Thylacinus* gibi kurt benzeri avcı hayvanlar ile Pleistosen'in *Diprotodon* gibi suaygırı benzeri otçul hayvanlarından türemiştir. Güney Amerika'da yaşanan daralan evrimle de bazı garip plasentalı memelilerin yanı sıra, marsupiyal "kediler" (örneğin *Thylacosmilus*), "kırfareleri" ve "ayılar" türemişti. Ancak bunların tümü Kenozoyik'in sonlarında (yaklaşık 3 milyon yıl önce), kıta Kuzey Amerika ile yeniden birleştiğinde yerlerini yeni plasentalı türlere bıraktı.

• **TEMEL MARSUPIAL**

Sinodelphys 154-155

• **DIDELPHIMORPHA**

DIDELPHIDAE

Herpetotherium 204-205

• **AUSTRALIDELPHIA**

YALKAPARIDONTIDAE

Yalkaparidon ("thingodontan") 208-209

THYLACINIDAE

Nimbacinus 208-209

• **AUSTRALIDELPHIAN DIPROTODONTIANS**

VOMBATIFORMES

Litokoala (yağmur ormanı koalası) 208-209

WYNARDIIDAE

Namilamadeta 208-209



Doğunun gri kangurusu (*Macropus giganteus*). Bütün marsupiyal memeliler arasında en belirgin kese ya da marsupium kangurularınkidir.



Nautilus (*Nautilus* türleri). Görünüşlerindeki benzerliğe karşın, birçok nautilus türü olasılıkla ammonitlerle yakın akraba değildir –yumuşak bedenli kafadanbacaklı yumuşakçalar (ahtapotlar, supyalar, mürekkepbalıkları) olasılıkla daha yakındır. Yine de 500 milyon yıldır büyük bir değişim geçirmeyen nautiluslar, gerçek birer yaşayan fosildir.

DIPROTODONTIDAE

Neohelos (zygomaturid) 208-209

• **MACROPODIFORMES**

HYPSIPRYMNODONTIDAE

Hypsiprymnodon 208-209

Ekaltadeta (etçil kanguru) 208-209

PSEUDOCHEIRIDAE (OPOSSUMLAR)

Pseudochirops (tüylü yağmur ormanı halkalı kuyruklu opossumu) 208-209

Paljara (ilkel halkalı kuyruklu opossum) 208-209

THYLACOEONIDAE

Prisciieo (marsupiyal "aslan") 208-209

Paljara (ilkel halkalı kuyruklu opossum) 208-209

PHALANGERIDAE

Strigocuscus 208-209

ACROBATIDAE

Distioechurus (tüy kuyruklu opossum) 208-209

BURRAMYIDAE

Burramys (yağmur ormanı dağ pigme opossumu) 208-209

• **MACROPODIFORMES KANGAROOS VE WALLABIES**

MACROPODIDAE

Macropus 230-231

MOLLUSCA

Erken Kambriyen – Bugün

Kabuklu omurgasızların en çeşitli ve en önemli gruplarından biri 50.000 kadar yaşayan ve 60.000 dolayında da soyu tükenmiş türüyle –birçoğu salyangoz (karındanbacaklı) ve midyedir (çiftkabuklu)– yumuşakçalardır. Önce denizlerde ortaya çıkan yumuşakçalar zamanla tatlı sularda da yayılmıştır. Sonra salyangozlar karaya da başarıyla uyum sağlamıştır.

Denizel kafadanbacaklılar –yaklaşık 650 yaşayan türle ahtapotlar, supyalar ve mürekkepbalıkları ile çoğunun soyu Kretase'nin sonunda tükenmiş olan birkaç bin nautiloid ve –ayırt edici özellikleri olan odacıklardan oluşan kabuklarıyla– ammonoidler de bu grupta yer alır.

• **TEMEL YUMUŞAKÇALAR**

Odontogriphus 56-57

Wiwaxia 56-57

• **GASTROPODA (SALYANGOZLAR)**

SINUITIDAE

Sinuites 58-59

ARCHAEOPULMONATA

Protodiscus 90-91

BUCCINIDAE

Nassarius kraussianus 226-227

- **BIVALVIA (İKİ KABUKLULAR)**

AVICULOPECTINIDAE
Aviculopecten 88-89

POSIDONIDAE
Bositra 134-135

OSTREIDAE
Hyotissa 176-177

LIMIDAE
Plagiostoma 176-177

MYTILOIDAE
Mytilus (midye) 228-229

- **HETEROCONCHIA**

UNIONIDAE
Velesunio (tatlı su midyesi) 230-231

CEPHALOPODA (AHTAPOT VE SUPYA)
Kambriyen – Bugün

Cephalopoda Sınıfı'nda aşağıda yer alan bir dizi soyu tükenmiş ve yaşayan altsınıf bulunur.

- **NAUTILOIDEA**

ORTHOCERIDA
Orthoceras 58-59

NAUTILIDA
nautiloid türleri 62-63

- **AMMONOIDEA**

CERATITIDAE
Eoprotrachyceras 116-117

ANCYCLOCERATINA
Scaphites 176-177
Microderoceras 128-129
Harpoceras 130-131

BELEMNITIDA
Passaloteuthis 128-131
Acanthoteuthis 142-143
Belemnitella 176-177

- **COLEOIDEA**

OCTOPODA
Proteroctopus 134-135

TEUTHIDA
Rhomboteuthis 134-135

TANIMLANAMAMIŞ YUMUŞAKÇA ?
Tullimonstrum 88-89



◆ **Yakut boyunlu arıkuşu** (*Archilocus ccolubris* - dişi) Amerikalara özgü bu kuşlar, özelleşmiş balözü içicilerdir ve beslendikleri çiçekli bitkilerle birlikte evrim geçirmişlerdir.

MONOTREMATA

Jura (?) – Bugün

İÇİNDE *Memeliler*

KARŞILAŞTIRINIZ *Marsupialia, Eutheria*

Yaşayan memeliler arasında en ilkel olanlar Avustralyalı yumurtlayan monotremlerdir –ördek gagalı platipus ve dikenli ekidna. Ne yazık ki kısmen çok özelleşmiş oldukları için kısmen de dişsiz (genç platipuslar hariç) oldukları için fosil kayıtları çok yetersizdir. Arjantin'de Pleistosen tabakalarında benzer diş fosilleri bulununca aslında monotremlerin atalarının Gondvana'da çok daha yaygın oldukları ve soy hatlarının da Madagaskar ve Avustralya'nın Kretase ve Jura tabakalarından çıkartılan fosillerle bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Gondvanalı bu fosillerin eklenmesiyle Australosphenidanlar diye daha büyük bir gruba dahil olmuşlardır.

- **AUSKTRIBOSPHENIDA**
Bishops 162-163



◆ **Kısa gagalı ekidna** (*Tachyglossus aculeatus*) Monotremlerin yaşayan iki cinsinden birinden olmalarına karşın Avustralya'nın "dikenli karıncayiyen"i, olağanüstü yaygın ve başarılı bir türdür. Yeni Gine'deki akrabalarıysa çok azdır.

NEOGNATHAE

Eosen – Bugün

İÇİNDE *Avialae*

KARŞILAŞTIRINIZ *Palaeognathae*

Ötücü kuşlardan (Passeriformlar) penguenlere (Sphenisciformlar) ve kondorlara (Falconiformlar) kadar bu "yeni-çeneli kuşlar"ın yaşayan 140 familyada toplanmış eşsiz çeşitliliği, Eosen'den bu zamana değin geçen 55 milyon yıl içinde oluşmuştur. Günümüz kondorlarının akrabalarından *Argentavis*'in fosilinin kafatası 55 cm'yi ve kanat açıklığı da 7,5 m'yi buluyordu. Pleistosen'de neognath çeşitliliğinin dorukta olduğu dönemde tür sayısı 20.000'i buluyordu; ne var ki bunların yarıdan çoğunun soyu son birkaç yüz bin yıl içinde tükenmiştir.

- **TEMEL NEOGNATHLAR (ANSERIFORMES)**

PRESBYORNITHIDAE
Presbyornis (temel neognath) 190-191

DROMORNITHIDAE
Bullockornis 208-209

- **GASTORNITHIFORMES**

GASTORNITHIDAE
Gastornis 198-199

- **GALLIFORMES (TAVUKLAR VS.)**

GALLINULOIDIDAE
Gallinuloides (temel neognath) 190-191

PHASIANIDAE
Numida (Gine tavuğu) 216-217

Aşağıdaki taksonlar Neoaves'in altında gruplanmıştır.

- **GRUIFORMES**

GALLINULOIDIDAE
Sarothura 202-203

- **PELECANIFORMES**

FREGATIDAE
Limnofregata 190-191

- **CICIONIFORMES (UZUN BACAKLI YAĞMURKUŞLARI)**

ARDEIDAE
Ardea (mor balıkçıl) 202-203
Nyctiocorax (gece balıkçılı) 202-203

THRESKIORNITHIDAE
Rhynchaeites (ibiş) 198-199

TERATORNITHIDAE
Teratornis merriami 234-235

- **CHARADRIIFORMES**

JACANIDAE
Actophilornis 202-203
charadriid türleri (yağmurkuşu) 204-205

STERNIDAE
Sterna paradisaea (Arktik denizkırlangıcı) 236-237

ALCIDAE
Pinguinus impennis (büyük auk) 236-237

- **FALCONIFORMES (DOĞANLAR VS.)**

PANDIONIDAE
Pandion (osprey benzeri form) 202-203, 228-229

ACRIPITRIDIDAE
Haliaeetus (balık kartalı) 202-203, 228-229
Stephanoaeatus (taçlı kartal) 218-219

VULTURIDAE
Vultur 240-241

- **STRIGIFORMES**

PALAEOGLAUCIDAE
Palaeoglaux (baykuş) 196-197

- **APODIFORMES (KARASAĞANLAR)**

AEGIALORNITHIDAE
Aegialornis 198-199

- **PROCELLARIFORMES**

"Marinavis" 192-193



Protoceratops. Ayırt edici özelliği, gagası ve boynunu çevreleyen kemik yakalığı olan bu ornithischian dinozorun daha sonra ortaya çıkacak ceratopsianlarla benzerliği açıkça görülüyor.

• BALAENICIPITIFORMES
Balaeniceps (pabuç gagalı leylek) 202-203

PICIFORMES
Primozygodactylus (ağaçkakan benzeri kuş) 196-197

CORACIIFORMES
Eocoracias 198-199

PASSERIFORMES
meliphagid türleri 208-209
paradisaeid türleri 208-209
Petroica 244-245

ORNITHISCHIA (ORNITHISCHIAN DİNOZORLAR)

Geç Triyas – Kretase Sonu

İÇİNDE *Dinosauria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Saurischia*

Ornithischian dinozorların kuşlarınkine benzeyen bir kalça yapıları vardır. Bunların tümü de bitkiyle besleniyordu. Bu büyük grup, bacakları kuşlarınkine benzeyen ceratopsianlar, stegosaurlar, ankylosaurlar ve ornithopodlar gibi iyi bilinen bazı grupları içeriyordu. Jura'ya kadar görece azdılar; sonra da cerapodlar ve thyreoporanlar olarak ikiye ayrıldılar. İlk grupta boynuzlu ceratopianlar, kalın kafataslı pachycephalosaurlar ve iki ayak üzerinde ilerleyen ornithopodlar yer alırken ikinci grupta her ikisi de düşmanlarına karşı kemik plakalardan oluşan zırhlarla donanmış stegosaurlar ve ankylosaurlar yer alıyordu.

• THYREOPHORA
Scelidosaurus 128-129

STEGOSAURIDAE
Stegosaurus 146-147
Kentosaurus 136-137

ANKYLOSAURIDAE
Minmi 164-165
Shamosaurus 156-157
Pinacosaurus 170-171

NODOSAURIDAE
Edmontonia 178-179

• ORNITHOPODA

EUORNITHOPODA
Anabisetia 166-167
Leaellynasaura 162-163

IGUANODONTIA
Dryosaurus 136-137
Camptosaurus 146-147
Iguanodon atherfieldensis 148-149
Iguanodon bernissartensis 148-149
Iguanodon 156-157
iguanodontid türleri 150-151
Jinzhousaurus 152-153
Muttaburrasaurus 164-165

• IGUANODONTIAN HADROSAURIFORMES

HADROSAURINAE
Edmontosaurus 178-179

LAMBEOSAURINAE
Lambeosaurus 174-175

• ORNITHISCHIAN CERAPODS

PACHYCEPHALOSAURIDAE
Stegoceras 174-175

• CERAPOD CERATOPSIANS

PSITTACOSAURIDAE
Psittacosaurus 152-153, 156-157

PROTOCERATOPSIDAE
Protoceratops 170-171

CERATOPSIDAE
Chasmosaurus 174-175
Triceratops 178-179

OSTEICHTHYES (KEMİKLİ BALIKLAR)

Silüriyen – Bugün

İÇİNDE *Gnathostomes*

KARŞILAŞTIRINIZ *Chondrichthyes*

AYRICA BAKINIZ Actinopterygii, Sarcopterygii (Tetrapoda da dahil)

Kemikli balıklar, omurgalı grupları arasında açık ara en başarılı ve çeşitli olanıdır. 260 familyada toplanmış 21.000 dolayında yaşayan türleri vardır. Silüriyen'de iki temel gruba ayrılmışlardır: ışın yüzgeçli balıklar (**Actinopterygii**) ve lob yüzgeçli balıklar (**Sarcopterygii**). Devoniyen'de de çeşitlenmişlerdir.

Çin'deki Silüro-Devoniyen tabakalarından çıkartılan atasal tür *Psarolepis*'le karşılaşılana dek bunların birbirinden ayrı iki dal (klad) olduğu düşünülüyordu. Şaşırtıcı fosilin kafatasında hem actinopterygii hem de sarcopterygii özellikleri bulunuyordu. Ayrıca göğüs ve sırt kemikleri, soyu tükenmiş acanthodianların ve placodermlerin karakteristik özelliğiydi.

PALAEOGNATHAE

Paleosen – Bugün

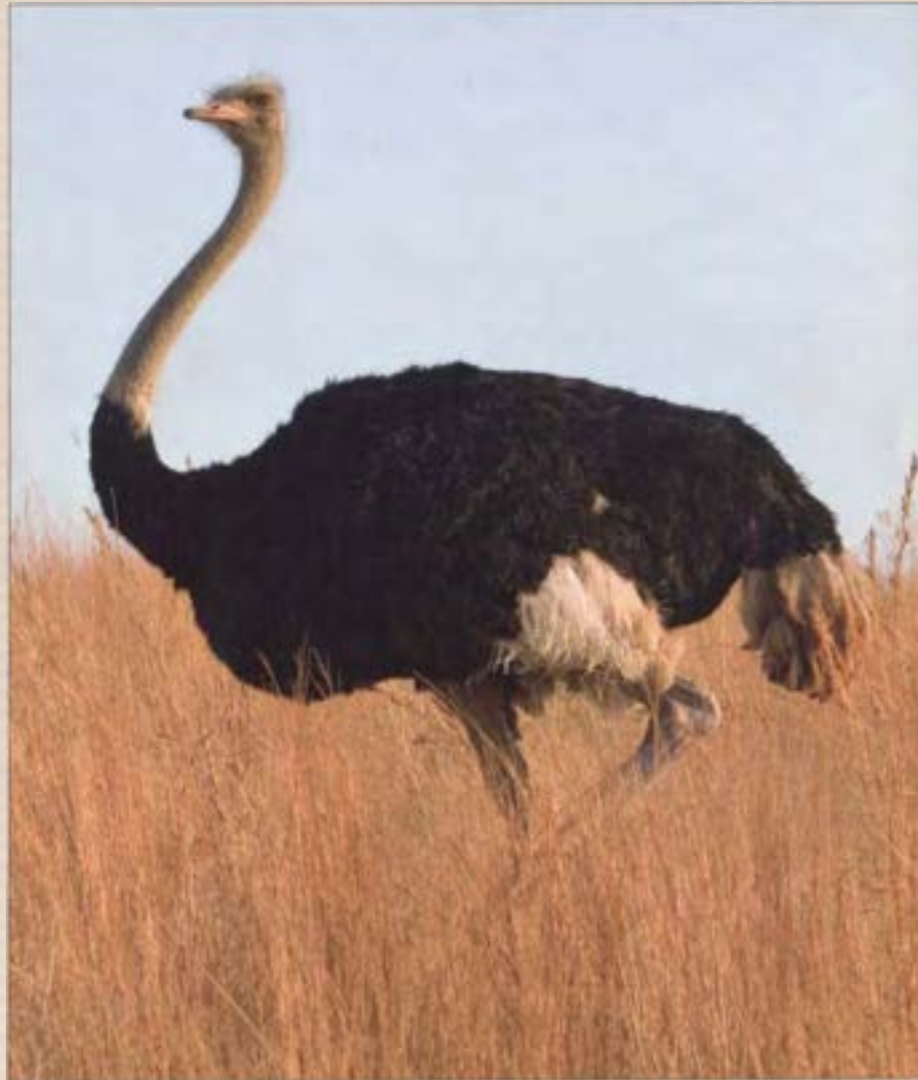
İÇİNDE *Avialae*

KARŞILAŞTIRINIZ *Neognathae*

Modern kuşların en ilkelleri olan palaeognathlar, kendilerini theropod dinozorlara bağlayan bazı özellikleri muhafaza etmişlerdir -özellikle damaklarındakini. Kuzey Yarımküre'de ortaya çıkmış olabilirler ama artık Gondvanalı kabul ediliyorlar -asıl olarak Güney Amerika, Afrika ve Avustralyalıdırlar. Devekuşu ve rhea gibi uçamayan kuşlar da bu grupta yer alır.

Apteryx (kiwi) 244-245
Dinornis giganteus (moa) 244-245
Euryapteryx (moa) 244-245
Emeus (moa) 244-245

Devekuşu (*Struthio camelus*). Günümüzde yaşayan en büyük kuş türü olan Afrika devekuşu ve onun başka kıtalardaki akrabalarının, birbirlerinden bağımsız olarak uçan atalarından evrimleştiği düşünülüyor.



PLACODONTIA

Triyas

İÇİNDE *Diapsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Lepidosauria, Archosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria*

Soyları kısa sürmüş bu deniz sürüngenleri grubunun görece özelleşmemiş bacakları vardı; üyelerinin bazıları daha çok kara hayvanı gibi duruyordu. Ancak eklemlerinin gevşek oluşu uzuvların yürümek için değil de yüzmek için kullanıldığını ortaya koyuyordu. Dişleri de deniz kabuklularını yiyecek şekilde dönüşmüştü.

• PLACODONTIDAE

Paraplacodus 116-117

PLESIOSAURIA

Geç Triyas – Geç Kretase

İÇİNDE *Diapsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Lepidosauria, Archosauria, Ichthyosauria, Placodontia*

Deniz sürüngenlerinin soyu tükenmiş bu büyük grubunda kısa boyunlu pliosaurlar ve uzun boyunlu plesiosaurlar yer alıyordu. Pliosaurların bedenleri hidrodinamik yapılıydı ve kürek benzeri iki çift bacakları vardı. Bunlar uzun, ağır kafatasları, güçlü çeneleri ve keskin dişleri olan, hızlı yüzen etkin avcılardı. Bunun tersine plesiosaurlarsa yavaş yüzerdi; kafatasları görece küçüktü, kürek benzeri bacaklarıysa büyük ve ağırdı.

• PLESIOSAUROIDEA

Plesiosaurus 128-129

• PLIOSAUROIDEA

RHOMALEOSAURIDAE

Rhomaleosaurus 130-131

PLIOSAURIDAE

Kronosaurus 164-165

POLYCHAETA (POLYCHAETE SOLUCANLAR)

Kambriyen - Bugün

Denizel annelid solucanlarından oluşan bu grup, çiftler halinde uzuvların çıktığı beden segmentlerinde bulunan çok sayıda saç benzeri kıl demetinden dolayı yaygın olarak kıl solucanları olarak bilinir. Uzuvlarını yüzerken, oyuk açarken ve kendilerini korurken kullanırlardı.

Canadia 56-57

Bundenbachochaeta 72-73

Sakallı ateşsolucanı (*Hermodice carunculata*). Resiflerde yaşayan bu polychaete solucanlar, Atlas Okyanusu'nda ve Akdeniz'de bulunur. Kıl benzeri tüyleri dokundukları canlılara güçlü bir nörotoksin enjekte eder



Dev fıçı süngeri (*Xestospongia muta*). Karayipler'de 10 m'den daha derin sularda bulunan bu sert süngerlerin içinde sudaki yiyecek parçacıklarını daha verimli süzebilmek için oyuklar bulunur.

PORIFERA (SÜNGERLER)

Geç Prekambriyen - Bugün

Görünüşleri hiç benzemeyebilir ama süngerler gerçekte inorganik bir alt tabakanın üzerinde yükselen hayvan hücresi demetlerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş çok hücreli kolonilerdir. Süngerler çevrelerindeki suyu basit bir biçimde süzerek beslenir. Çok geçirgen duvarlarında yiyecek ve oksijen tutulur; atık sular da büyük bir açıklıktan dışarı verilir. Bu duvarlar silisten (cam süngerlerinde–Hexactinellida), kalsiyum karbonattan (kalsisüngerlerde – Calcarea) ve organik proteinden (banyo süngerlerinde) ya da bu üç malzemenin karışımından (Demonspongiae'de) oluşan küçük dikensi yapılarla desteklenir.

10.000 dolayında yaşayan sünger türünden çoğu denizeldir ve hemen her derinlikte bulunurlar; ama tatlı sularda yaşayan türleri de vardır. Yapısal olarak çok değişkendirler ama birçoğu vazo ya da top şeklinde olur. Süngerler resif yapımına önemli katkıları olan canlılardır; bir zamanlar Texas'taki Permiyen'den kalma 500 km uzunluğundaki Capitan Resifi gibi büyük resifleri yalnızca kendi başlarına yapacak kadar boldular.

• DEMOSPONGIAE

Quadrolaminiella 48-49

POECILOSCLERIDA

Paraleptomitella 48-49

VERONGIIDA

Vauxia 56-57

HADROMERIDA

Pirania 56-57

STROMATOPOROIDEA

Ordovisiyen

Deniz süngerlerinin soyu tükenmiş bu akrabaları Paleozoyik resiflerinin önemli bölümlerinden olan alçak, kubbe şeklinde ve tabakalı kalker yığınlarını yaparlardı. İlk önce kendi adlarıyla anılan grupta yer alıyorlardı; ama artık kalsisüngerlerle demosponges gruplarına dağılmışlardır.

stromatoporoid türleri 74-75

PRIAPULIDA (PRIAPULID "SOLUCANLAR")

Erken Kambriyen - Bugün

Solucan benzeri bu denizel avcıların günümüzde yalnızca 16 türü kalmıştır. Ancak evrimsel tarihleri Kambriyen'in başlarına kadar uzanır. Uzun silindir

Ottoia. Kanada'daki Burgess Shale'den çıkarılan bu priapulid olasılıkla oyuklarda yaşıyordu. Mide içeriğine bakılırsa, küçük omurgasızlarla besleniyordu.



şeklindeki bedenleri üç bölümden oluşur ve kitinden kutiküllerle kaplıdır. Bu nedenle de eklembacaklılar ve nematodlarla birlikte "Ecdysozoa" grubunda yer alırlar. Priapulidler hortumlarıyla tabandaki tortuların içinde oyuklar açar ve oralarda avlarını beklerler. Avlarını hortumlarındaki kanca benzeri yapılarla yakalarlar.

Paraselkirkia 48-49
Ottoia 56-57

PRIMATES

Orta Kretase (?)- Bugün

İÇİNDE *Euarchontoglires*

AYRICA BAKINIZ Anthropoidea (Hominoidea da dahil)

Primat adı, 18. yüzyılın İsveçli ünlü botanikçisi Carl Linnaeus'un orijinal bitki ve hayvan sınıflandırmasında yer almıştır. Bugün bu küçük grupta insanların, insansı maymunların, gibonların, maymunların, tarsiyerlerin, lorislerin ve lemurların 376 türüyle bunların soyu tükenmiş çok sayıda atası yer almaktadır. Tarihleri boyunca primatların büyük bölümü ormanlık alanlarda yaşamıştır. Bunun bir sonucu olarak da fosil kayıtları çok azdır; genellikle dişlerden ve avcı hayvanlarla leşçillerin geride bıraktığı sert kemiklerden oluşmaktadır.
Tipik olarak bu hayvanlar, ağırlıkları 30 gr'dan (pigme fare lemuru) 180 kg'a (goril) kadar değişen küçük-orta boy hepçillerdir. Böcekçil atalarından itibaren geçirdikleri önemli evrimsel gelişmeler arasında başparmağın konumundaki değişiklik, pençelerin yerini düz tırnakların alması, burun açıklıklarının daralıp yakınlaşması ve gözlerin yüzün önüne kayması sayılabilir. Uzuvları ve keskin stereoskopik görüşleri ağaçlara tırmanmak için uyarlanmıştır. Beyin büyümüş, cinsel olgunluk yaşı ilerlemiş, üreme hızı düşmüş, anne bakımı ve sosyal davranışlar gelişmiştir.
Molekül analizlerine dayanılarak iki temel gruba ayrılmışlardır: strepsirrhinler (lemurlar ve lorisler) ile haplorhinler (tarsiyerler ve anthropoidler). Yayılmaları 50 milyon yıl öncesine, Eosen'e kadar gider. O dönemde Kuzey Amerika'da *Cantius* gibi lemur benzeri primatlar ve *Omomys* ile *Shoshonius* gibi tarsiyer benzeri omomyid primatlar vardı.

• **PLESIADAPIFORMES**

PLESIADAPIDAE
Plesiadapis 180-181



Verreaux's sifaka (*Propithecus verreauxi*). Lemurlar, Madagaskar Afrika'dan kopluktan sonra bu büyük adada yayılmışlardı. Bir zamanlar çok yaygın olan büyük bir primat grubunun kalan son üyeleridir.

• **STREPSIRRHINI**

ADAPIDAE
Cantius 188-189, 192-193
Adapoides 200-201

• **HAPLORHINI**

? Darwinius masillae 196-197

ANTHROPOIDEA
Apidium (parapithecid) 202-203

PTERIDOSPERMALES (TOHUMLU EĞRELTİLER)

Karbonifer - Kretase / Bugün ?

İÇİNDE *Gymnospermopsida*

KARŞILAŞTIRINIZ *Bennettitales, Cycadophyta, Ginkgoales, Coniferopsida, Angiospermae*

Tohumlu eğreltiotları ya da pteridospermler, eğrelti benzeri yaprakları ve ibreli benzeri odunsu dokuları olan önemli bir eski bitki grubudur. Fosilleşmiş frontları sık sık gerçek eğreltilerinkiyle karıştırılır. Ne var ki tohumlu eğreltilerde büyük "dişi" sporlar sporangiyumlarda korunur; kısmen kapalı bu yapılarda etkin bir tohum üretmek için kendi besin deposundan yararlanırlar.
"Çıplak tohum" olarak da anılan bu yapı bitkilerin evrimindeki en önemli gelişmelerden biridir ve sikadları (Cycadophyta), Bennettitalleri, iğneyapraklılar (Coniferopsida) vs. kapsayan ve Gymnospermopsida denen daha büyük bir grubun doğmasına yol açmıştır. Bunların evrimsel ilişkileri hâlâ tartışmalıdır ve örneğin sikadların yaşayan tohumlu eğreltiler olma olasılığı vardır. Tohumlu eğreltiler Karbonifer'de ağaçlar, çalılar, tırmanıcı bitkiler şeklinde çeşitlendiler ve sporla üreyen daha ilkel bitkilere baskın duruma geldiler. Ancak Jura'dan itibaren daha gelişmiş açıktohumlu bitkiler ve çiçekli bitkilerin gölgesinde kaldılar.

NEUROPTERIDACEAE
Neuropteris 89-91

SPHENOPTERIDACEAE
Sphenopteridium 84-85

PTEROSAURIA

Geç Triyas - Kretase Sonu

İÇİNDE *Archosauria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Crocodyliformes, Dinosauria*

Geç Kretase'de kuşların egemenliğine kadar Mesozoyik göklerindeki 100 dolayında archosaur türünden oluşan bu sıra dışı grubun üyeleri uçuyordu. Aralarında kanat açıklığı 12 m'yi bulan dev *Quetzalcoatlus* –bilinen en büyük uçan hayvan– da vardı. Tipik olarak kısa gövdeli, uzun boyunlu ve büyük başlı hayvanlardı. Ellerinin dördüncü parmakları olağandışı bir şekilde kol boyunca gerilemiş ve kanat zarına destek olmaya başlamıştır. Eudimorphodon gibi ilk türlerin uzun, kemikten kuyrukları vardı; ama ileriki türlerde bu kuyruk giderek indirgenmiştir. Böcekçillikten balıkçıllığa hatta plankton süzücülüğe kadar çok çeşitli beslenme tarzı geliştirmişlerdi.

• **TEMEL PTEROSAURLAR**

DIMORPHODONTIDAE
Dimorphodon 128-129

ANUROGNATHIDAE
Jeholopterus 152-153

RHAMPHORHYNCHIDAE
Rhamphorhynchus 136-141
Dorygnathus 130-131

• **PTERODACTYLOIDEA**

PTERODACTYLIDAE
Pterodactylus 142-143

AZHDARCHIDAE
Quetzalcoatlus 174-175

• **ORNITHOCHEIROIDEA**

ORNITHOCHEIRIDAE
Ornithocheirus 148-149
Ludodactylus 158-159

TAPEJARIDAE
Tapejara türleri 158-161

"REPTILIA"

Karbonifer - Bugün

İÇİNDE *Tetrapoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Lepospondyli, Temnospondyli*

AYRICA BAKINIZ Synapsida (Therapsida dahil), Diapdia (Lepidosauria, Archosauria, Ichthyosauria, Plesiosauria, Placodontia dahil)

Günümüz sürüngenleri geleneksel olarak derileri pullu, soğuk kanlı ve yumurtlayan tetrapodlar olarak düşünülür. Ancak doğurarak yavrulayan birçok derisi pullu hayvan vardır; ayrıca artık dinozorların devamı olduğu iyice bilinen kuşlar da sıcak kanlı hayvanlardır. Bugün yeryüzünde yaşayan 16.000 dolayında sürüngen türü vardır. Bunların çoğu kertenkele, yılan (**Lepidosauria**), **Crocodyliformes**, kaplumbağa (chelonian), amphisbaenid (bacaksız kertenkele) ya da Spenodontia Takımı'ndan hayatta kalan tek üye tuatara'dır. Bunlara ek olarak bir de soyu tükenmiş bir grup hayvan vardır: **Ichthyosauria**, **Plesiosauria**, **Pterosauria** ve **Dinosauria**. Kuşlar (**Avialae**) da bu grubun evriminin tamamlayıcı bir bölümünü oluşturur ve bunların 9.000 kadar türü vardır.

Sürüngenler arasında kafatası yapısına dayanan büyük bir gruplanma vardır. Gözlerden başka açıklığı olmayan ilkel anapsid kafatası tipi, Joggins'ten çıkartılan *Hylonomus* ve *Paleothyris* gibi Geç Karbonifer türlerinde ve günümüz chelonianlarında görülür.

Kafataslarında ek bir çift alt temporal açıklık bulunan amniyotlar, synapsidler olarak bilinir. Synapsidlerin içinde memelilerin –ki bunlar da synapsiddir– türediği soyu tükenmiş bir grup hayvan da vardır. İki çift açıklığın varlığı, diapsid amniyotların büyük ve çeşitli –aralarında soyu tükenmiş dinozorlar, pterosaurlar, crocodylianlar, avialianlar (kuşlar), kertenkeleler ve yılanların da olduğu– grupları için karakteristik bir özelliktir.

Son olarak alt açıklıkların kaybolmasıyla birlikte bir çift üst temporal açıklık –euryapsid durumu– özellikle Mesozoyik'in soyu tükenmiş deniz "nothosaurları"nda, plesiosaurlarda ve ichthyosaurlarda görülür.

Doğan burunlu kaplumbağa (*Eretmochelys embricata*). Deniz kaplumbağaları neredeyse tümüyle sucul bir yaşama uyum sağlamış sürüngenlerdir. Örneğin doğan burunlular, sığ lagünlerdeki ve resiflerdeki süngerlerle beslenir.





Hylonomus. Nova Scotia'daki Jogins'ten çıkartılan, iyi korunmuş bu fosil, bilinen en eski sürüngen türüne aittir (İskoçya'daki Doğu Kirkton'dan çıkarılan *Westlothiana* belki daha yaşlı olabilir ama onun akrabalık ilişkileri hâlâ tam olarak anlaşılmış değildir). *Hylonomus* adı Yunanca ve Latince sözcüklerin bir karışımıdır ve "orman faresi" anlamına gelir.

• **REPTILIOMORPHS**

ANTHRACOSAURS (STEM GROUP AMNIOTES)
Gephyrostegus 94-95
Eldeceeon 84-85
Westlothiana 84-85

CAPTORHINIDAE
Captorhinus 98-99

• **STEM REPTILE**

Hylonomus 90-91

• **SEYMOURIAMORPHA**

Seymouria 100-101
Kotlassia 106-107

• **DIADECTOMORPHA**

Diadectes 100-101

• **BOLOSAURIDAE**

Eudibamus 100-101

• **PROCOLOPHONIDAE**

Owenatta 104-105
Microphon 106-107
Contritosaurus 110-111
Procolophon 112-113

• **PAREIASAURIDAE**

Scutosaurus 106-107

• **TESTUDINES (CHELONIA)**

CRYPTODIRA
Glyptops (pleurosternid) 146-147
Trionyx (trionychid) 190-191, 198-199
Testudo graeca (testudinid) 228-229

EUCRYPTODIRA
Manchurochelys (macrobaenid) 152-153

RHYNIOPHYTA (RHYNIOPHYTOID BİTKİLER)

Devoniyen

KARŞILAŞTIRINIZ *Sphenopsida, Lycopsida, Filicopsida, Gymnospermopsida*

Embryophytalar olarak bilinen kara bitkileri de tıpkı kara hayvanları gibi çetin çevresel koşullara ve suyun sağladığı daha koruyucu ve destekleyici ortama göre daha zorlu olan atmosferin içindeki yaşama ayak uydurmak zorundadır. En ilkel kara bitkileri sıvı ileten ve destek olan dokuları (damarlar) olmadığı için yerden fazla büyüyemeyen bryophytelerdir (yosunlar, ciğerotları, boynuzotları, Ordovisiyen - Bugün). Ancak kapalı ve korunaklı üreme dokuları vardır; sporlarla ürerler.

Sıvı ileten dokuların (damarlar) evrimiyle yerçekimine karşı ve güneş ışınlarına doğru düşey büyüme de gelişmiştir. İç yapıyı güçlendiren trakeitlerin de ortaya çıkması, gövdenin yukarı doğru büyümesini kolaylaştırmıştır. Gövdenin basitçe iki dala ayrılması da bitkinin uçlarında bulunan ve üremede kullanılan sporangiyumların sayısının artmasıyla sonuçlanmıştır.

Bu gelişmeler, bu damarlı bitkiler grubunun polysporangiophyteler olarak tanımlanmasına neden olmuştur. Bunları en iyi temsil eden bitki fosili de *Cooksonia*'dır.

Sporlar yoluyla üremek için bitkinin hem saprofit hem de gametofit kuşaklarının bir arada bulunduğu nemli ortamlarda yaşaması gerekir. Böylesi bir



Cooksonia Silüriyen'in Wenlock Çağı'nda ortaya çıkan bu ilk kara bitkilerinin, evrimsel olarak *Rhyniophyta* ile kibritotları arasındaki bir dalda yer aldığı düşünülüyor.

sıralı değişim durumu Rhynie'deki Erken Devoniyen tabakalarından çıkartılan bazı bitki fosillerinde de görülmüştür ve bunlar rhyniopsidler olarak adlandırılmıştır. Ortaya çıkan "rhyniophyte" terimi Rhynie'den çıkartılan ama gerçek rhynioopsid olmayan öteki ilkel kara bitkileri için kullanılmıştır.

• **POLYSPORANGIOPHYTES**

Cooksonia 68-69

• **TRACHEOPHYTES**

"RHYNIOPHYTES"
Steganotheca 68-69
Rhynia 70-71
Aglaophyton 70-71
Horneophyton 70-71

• **BİLİNMEYEN AKRABALAR**

Nothia 70-71

SARCOPTERYGII (LOB YÜZGEÇLİ BALIKLAR)

Devoniyen (?) - Bugün

İÇİNDE *Osteichthyes*

KARŞILAŞTIRINIZ *Actinopterygii*

AYRICA BAKINIZ Tetrapoda (Lepospondyli, Temnospondyli ve Amniota dahil)

Günümüzde yalnızca birkaç tür akciğerli balık ve sölekantla temsil edilen lob yüzgeçli balıkların ve onların evriminin, omurgalıların öyküsünde çok önemli bir yeri vardır. Devoniyen'de bütün grup suyla sınırlanmışken onların kaslı yüzgeç çiftleri tetrapod uzuvlara dönüşecek uyarlanmalar geçirdi. Bunun sonucunda bu uzuvlar suyun dışındaki ve karadaki hareketler için kullanıldı.
Arka arkaya gelen fosillerle, saf balık benzeri lob yüzgeçlilerden (örneğin *Eusthenopteron*) güçlenmiş ön yüzgeçleri ve omuzları olan *Tiktaalik*'e, ondan da tümüyle tetrapod olan ve sudan tümüyle çıkabilen *Ichthyostega*'ya evre evre geçiş kaydedilmiştir.

ONYCHODONTIFORMES
Onychodus 74-75

POROLEPIFORMES
Laccognathus 78-79

ACTINISTIA (SÖLEKANTLAR)
Chinlea 126-127
Allenypterus 86-87
Caridosuctor 86-87

• **DIPNOI (AKCİĞERLİ BALIKLAR)**

DIPNORHYNCHIDAE
Holodipterus 74-75
Griphognathus 74-75
Scaumenacia 76-77

CERATODONTIFORMES
Ceratodus 146-147
dipnoan türleri 98-99

• **TETRAPODAMORPHA**

"OSTEOLEPIFORMES"
Gogonasus 74-75
Eusthenopteron 76-77

ELPISTOSTEGALIA
Tiktaalik 78-79

SAURISCHIA (SAURISCHIAN DİNOZORLAR)

Geç Triyas - Bugün

İÇİNDE *Dinosauria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Ornithischia*

AYRICA BAKINIZ Sauropodomorpha, Theropoda (Avialae dahil)

Saurischian dinozorların kalça yapısı ornithischian dinozorlara göre daha ilkel ve kertenkele benzeridir. Saurischianlar iki temel gruba ayrılır: dört bacaklı, bitkiyle beslenen *Sauropodomorpha* ve iki bacaklı, etçil *Theropoda*.

HERRERASAURIDAE (TEMEL THEROPOD BENZERİ DİNOZORLAR)
Herrerasaurus 120-121
Eoraptor 120-121
Chindesaurus 124-125

SAUROPODOMORPHA (SAUROPOD DİNOZORLAR)

Geç Triyas – Kretase Sonu

İÇİNDE *Saurischia*

KARŞILAŞTIRINIZ *Theropoda*

Saurischian dinozorların iyi bilinen bu grubunun üyeleri büyük, hatta bazen dev boyutlarda, dört bacakları üzerinde ilerleyen, bitkiyle beslenen ve görece basit bir beden planları olan hayvanlardı. Gerçi Triyas'ta yükselen temel prosauropodlar arasında arka bacakları üzerine kalkabilen plateosaurlar da vardı; ama gerçek sauropodlar dört bacaklarıyla yürürdü. İlk olarak Geç Triyas'ta ortaya çıkan bu hayvanlar Jura'da *Diplodocus* ve *Brachiosaurus* gibi iyi bilinen türlere çeşitlendiler. Büyük bedenleri fillerinkine benzeyen bacaklarla desteklenen, uzun boyunlu, küçük beyinli ve kaslı, uzun kuyrukları olan hayvanlardı. Bazı türlerinde burun delikleri başın tepesinde ve gözlere yakın olurdu. Dişleri, dallardaki yaprakları sıyırmak için kalem ya da çivi şeklindeydi.
Sauropodlar küresel bir yayılım gösterdiler ve Kretase'nin sonuna kadar neredeyse 100 milyon yıl soylarını



● **Eusthenopteron** Quebec'teki Miguasha'dan çıkartılan bu lob yüzgeçli balık, ileride ortaya çıkacak tetrapod türlerine doğru giden evrimin dikkat çekici bazı izlerini taşıyor.



***Diplodocus*.** Bu dev ölçülün kafatasında, yaprakları dallarından sıyırmak için kullandığı çivi benzeri dişleri açıkça görülüyor. Tepedeki açıklık da burun delikleri içindir.

sürdürdüler. En görkemli günleri Geç Jura'daydı ama Kretase'deki bazı titanosaurlar çok büyük boyutlara ulaşmış ve birtakım zırhlar da geliştirmişlerdi.

• **DIPLODOCOIDEA**

DICRAEOSAURIDAE
Dicraeosaurus 136-137

DIPLODOCIDAE
Diplodocus 144-147
Apatosaurus 146-147
Barosaurus 136-137

• **MACRONARIA**

CAMARASAURIDAE
Camarasaurus 144-145

BRACHIOSAURIDAE
Brachiosaurus 136-137

TITANOSAURIA
Andesaurus 166-167
Argentinosaurus 168-169

SPHENOPSIDA (ATKUYRUKLARI)

Geç Devoniyen – Bugün

KARŞILAŞTIRINIZ *Rhyniophyta, Lycopsida, Filicopsida, Gymnospermopsida*

Atkuyrukları ya da sphenopsidler, bir zamanlar alçak bölgelerin nemli Karbonifer ormanlarındaki bitki örtüsüne egemen olan bir grup ilkel bitkidir. Artık günümüzde tümü *Equisetum* cinsinden yalnızca 18 türü kalmıştır.

Gerçek köklerden ve yatay kök benzeri "rizom"lardan büyürler; belirgin bir biçimde segmentli düşey gövdeleri vardır. Uçlarında sarmal, sert kıllar çıkar. Tıpkı kibritotları (lycopsidler) gibi Karbonifer'de dev boyutlara ulaşmışlar ve 40 m'ye kadar boylanabilen *Calamites* gibi ağaç büyüklüğünde bitkilere dönüşmüşlerdir.

SPHENOPHYLLALEAE
Sphenophyllum 88-89, 92-93, 102-103

EQUISETALEAE
Archaeocalamites 84-85

EQUISETACEAE
Calamites 88-89
Sphenopteris 102-103

SPHENOPHYLLALEAE
Phyllotheca 102-103

STROMATOLITES

Arkeen – Bugün

Batı Avustralya'da Apex Chert'teki 3.5 milyar yıllık katmanlı yapıdaki ve tümsek şeklindeki stromatolitler, fosillerle ilişkili en eski ama kolayca görülebilen yapılardır. Gerçi stromatolitlerin içinde hiçbir organik kalıntı (fosil gibi) olmaz; büyümeleri ve yapıları, mikrobik alg ve siyanobakteri matları ile tortulaşma sürecinin birlikte işlemesiyle olur. Deniz tabanında büyüyen mikrobik matlar, ince kum tanelerini tutar; ışığa gereksinimi olan mikroorganizmalar, oluşan tortu tabakasının üstünde yeni bir mat daha oluşturur. Bu süreç yinelendikçe organik olarak birbirine bağlı, ince yapraklardan oluşan bir tortu yığını ortaya çıkar. Bölgesel dalga ve akıntılar, deniz tabanının topografik yapısıyla karşılıklı etkileşerek değişik büyüklük ve şekillerde stromatolitler oluşturur. Ama genellikle onlarca santimetre çapında, suyun derinliğine bağlı olarak yaklaşık bir metre yüksekliğe ulaşan, silindir şeklinde yığınlardır.

"yumurta kartonu" biçimi 36-37
"köşe sığlığı" biçimi 36-37
"kabuklu/kubbeli" biçimi 36-37
thrombolite 46-47

CYANOBACTERIA?
Primaevifilum 38-39
Archaeoscillatoriopsis 38-39

SYNAPSIDA (SYNAPSID AMNİYOTLAR)

Geç Karbonifer - Bugün

İÇİNDE *Amniota*

KARŞILAŞTIRINIZ *"Reptilia", Diapsida*

AYRICA BAKINIZ Therapsida (Cynodontia dahil)

Synapsidler, kafatasında gözün arkasında bir çift alt temporal açıklık olan amniyotlardır. Grup olarak Orta Karbonifer'de anapsidlerden ve **Diapsida**'dan (birlikte **"Reptilia"** olarak bilinirler) türemişlerdir; Permiyen'de olağanüstü bir hızla çeşitlenip çoğalarak baskın kara hayvanları olmuşlardı. Permiyen başlarında edaphosauridler ve sphenacodontidler gibi altı temel synapsid grubu özel olarak önemliydi. Bunların hepsine birden "pelycosaurlar" denirdi. Bunları Permiyen'in sonlarında bitki ve et yiyen ve **Therapsida** olarak bilinen synapsidler izlemiştir.

• **PELYCOSAURIAN SYNAPSIDS**

OPHIACONTIDAE
Archaeothyris 94-95
ophiacodont türleri 96-97

EDAPHOSAURIDAE
Edaphosaurus 98-99

SPHENACODONTIDAE
Dimetrodon 98-101



◆ **Stromatolitler.** Modern stromatolitler tuzlu göllerin ve lagünlerin çevresinde binlerce yıldır oluşumlarını sürdürüyor. Burada görülenler Batı Avustralya'daki Thetis Gölü'nün kıyısında yer alıyorlar.

TEMNOSPONDYLI (SYNAPSID AMNİYOTLAR)

Karbonifer - ? Bugün

İÇİNDE *Tetrapoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Lepospondyli, Amniota*

AYRICA BAKINIZ Lissamphibia

Karbonifer'in küçük tetrapodlarından oluşan bu önemli grupta 140 cins yer alıyordu. Grubun üyeleri Triyas'a kadar çeşitlendiler ve geliştiler. Erken Kretase'ye gelindiğindeyse çeşitlilikleri azalmıştı. Günümüz kurbağa ve semenderlerindekine benzeyen ve yiyeceklerle birlikte hava yutmalarını da sağlayan karakteristik bir damak yapıları vardı. Bu durum modern **Lissamphibia**'nın temnospondyllerden türediğini gösteren bir işaret olabilir.

• **CAPITOSAUROIDEA**

CAPITOSAURIDAE
Wetlugasaurus 110-111

BENTHOSUCHIDAE
Benthosuchus 110-111

• **BRACHYOPOIDEA**

BRACHYOPIDAE
brachiopoid türleri 112-113
Koolasuchus 162-163

DENDRERPETONTIDAE
Dendrerpeton 92-93
Balanerpeton 84-85



◆ ***Balanerpeton.*** Temnospondyllerin ilk turlerinden biri olan ve İskoçya'daki Doğu Kirkton'dan çıkartılan bu örnek, göğüs kafesini genişletip havayı içine çekmek yerine olasılıkla ağzıyla hava alıyordu

ERYOPIDAE
Eryops 98-99

• **"BRANCHIOSAURUS"**

branchiosaur iribaş 94-95

TETRAPODA (DÖRT BACAKLI OMURGALILAR)

Devoniyen - Bugün

İÇİNDE *Sarcopterygii*

AYRICA BAKINIZ Lepospondyli, Temnospondyli (Lissamphibia dahil), Amniota (Synapsida ve Diapsida dahil)

Temel dört uzuvlu iskeleti olan bütün omurgalı hayvanlar, yalnızca gelişimlerinin ilk aşamalarında böyle olsalar bile, tetrapoddurlar. Bu gruba yaşayan bütün ikiyaşayışlılar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler girer. Bunların yanı sıra, Devoniyen'de yaşamış sucul türlerden *Tiktaalik* ve *Acanthostega*, Paleozoyik'in **Temnospondyli** türleri ve sürüngen benzeri tetrapodları gibi çok sayıda soyu tükenmiş grup da yer alır. Yaşayan en temel tetrapodlar kurbağa, keler ve semender gibi **Lissamphibia** üyeleridir. Ancak ilk sürüngenler Karbonifer'de ortaya çıkmaya başlamışken bunlar Triyas'a kadar görülmemiştir. Sonuç olarak sürüngenlerle memelilerin soy hatları, soyu tükenmiş –ama günümüz ikiyaşayışlılarıyla bağları pek de açık olmayan– tetrapod gruplarında yer almaktadır. O nedenle soyu tükenmiş Paleozoyik türleri için genel bir grup adı olarak "ikiyaşayışlı" yerine daha çok "tetrapod" adını kullanmak yeğlenir.

• **TEMEL TETRAPODLAR**

ICHTHYOSTEGIDAE
Ichthyostega 82-83

ACANTHOSTEGIDAE
Acanthostega 82-83

• **BAPHETIDLER**

Baphetes 90-91



THERAPSIDA

Permiyen - Bugün

İÇİNDE *Synapsida*

AYRICA BAKINIZ Cynodontia (Memeliler dahil)

Synapsid tetrapodların bu grubu Permiyen'in daha önceki dönemlerinde egemen olan pelycosaur synapsidlerin yerini almıştır. İçlerinde ağır ve kaslı bacakları olan otçullar ve etçiller vardı. Güney Afrika'dan fosili çıkartılan otçul *Moschops* gibi bazıları 5 m'ye kadar buyüyebiliyordu. Bu durumun tersine cynodont olarak bilinen en tepedeki avcı hayvanlar çok daha küçüktü ve boyları bir metreyi geçmiyordu. Ancak bunlar da güçlü çeneler ve hançer şeklindeki köpekdişleri gibi özelleşmiş dişlerle donanmıştı. Yaşayan tüm memeliler synapsid cynodonttur.

• **DICYNODONTIA**

DICYNODONTIDAE
Dicynodon 106-107

LYSTOSAURIDAE
Lystrosaurus 104-105, 110-113

ROBERTIIDAE
Diictodon 104-105

• **GORGONOPSIA**

Inostrancevia 106-107

• **THEROCEPHALIA**

Moschorhinus 104-105

THEROPODA

Geç Triyas - Bugün

İÇİNDE *Saurischia*

KARŞILAŞTIRINIZ *Sauropodomorpha*

AYRICA BAKINIZ Avialae (Palaeognathae ve Neognathae dahil)

Saurischia içinde temel bir ayrım vardır: iki bacaklı etçil theropod dinozorlar ve dört bacaklı otçul sauropodlar. Yakınlarda Çin'de yapılan iyi korunmuş theropod fosili keşifleri, bu grup hakkındaki bilgileri kökten değiştirmiştir: kuşların (**Avialae**) maniraptoranlar olarak bilinen bir grup küçük theropoddan

türediği görüşü pekişmiştir.

Theropodların büyüklükleri, boyları 13 m'yi ve ağırlıkları da 6 tonu bulan tyrannosaurlar ile allosaurlardan 50 cm'lik tüylü minik *Microraptor*'a kadar büyük değişkenlik gösterir. Tüylü dinozorların tümü, içlerinden kuşların ve kuşsu dinozorların çıktığı eumaniraptoranlar adlı bir altbölümün üyesidir.

Sonuç olarak yapı ve büyüklük açısından theropodların çeşitliliği, küçük kuş benzeri hayvanlardan gelmiş geçmiş en büyük avcı hayvanlara kadar geniş bir yelpaze oluşturur.

• NEOTHEROPODA

COELOPHYSOIDEA
Coelophysis 126-127

• CERATOSAURIA

Elaphrosaurus 136-137

ABELISAURIDAE
Aucasaurus 168-169

• TETANURAE

SPINOSAURIDAE
Irritator 158-159

ALLOSAURIDAE
Allosaurus 146-147

CARCHARODONTOSAURIDAE
Giganotosaurus 166-167

Aşağıdaki türler tetanuran coelurosaurlar olarak gruplanmıştır.

COMPSOGNATHIDAE
Compsognathus 138-141
Sinosauropteryx 150-151, 154-155

THERIZINOSAURIDAE
Beipiaosaurus 152-153

• MANIRAPTORIFORMES

ALVAREZSAURIDAE
Mononykus 170-171

EUMANIRAPTORA
Pedopenna 132-133

TYRANNOSAUROIDEA
Dilong 152-153

TYRANNOSAURIDAE
Tyrannosaurus 178-179
Gorgosaurus 174-175

ORNITHOMIMIDAE
Struthiomimus 174-175

◆ **Balıkçıl** (*Ardea* türleri). Balıkla beslenen bu neognath kuşlar, balıkla beslenen theropod dinozorların doğrudan altsoyudur.

• EUMANIRAPTORAN TROODONTIFORMES

TROODONTIDAE
Saurornithoides 170-171
Troodon 174-175

DROMAEOSAURIDAE
Microraptor 152-153
Sinornithosaurus 154-155
Buitreraptor 166-167

VELOCIRAPTORIDAE
Velociraptor 172-173

OVIRAPTORIDAE
Protoarchaeopteryx 150-151, 154-155
Caudipteryx 154-155
Oviraptor 172-173

TRILOBITA

Erken Kambriyen – Geç Permiyen

İÇİNDE *Arthropoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Chelicerata, Crustacea, Uniramia (Hexapoda dahil)*

Soyu tükenmiş arachnomorph eklembacaklılardan oluşan bu grubun bilinen 15.000 dolayında türü vardır. Yaşayan atnalı yengeçleriyle kral yengeçlerine benzeyen hayvanlardı. Dışiskeletin mineralleşmesi ve büyüme evresi boyunca sık sık yenilenmesi, önemli bir fosil potansiyeli oluşturuyordu; ancak ne yazık ki bulunan eksiksiz örnekler çok azdır.

Trilobitlerin, gerektiğinde korunmak amacıyla kıvrılarak kapanmalarına olanak veren, yassı ve segmentli bedenleri vardı. Chelicerate eklembacaklıların (*bkz.* **Chelicerata**) tersine trilobitlerde karnın en son oynak bölümü yoktu. Kuyruk plakası birkaç çift bacağı örten sırt bölümüne kaynamıştı. Trilobitler, çoğu deniz tabanında yaşayan leşçillerdi. Çok sayıdaki eklemli bacağı, yürümek için kullanılırdı; ama yüzen türleri de vardı. İlk trilobitler Kambriyen'in başındaki evrimsel patlama sırasında ortaya çıkmıştır. En görkemli zamanlarını

Dalmaniller. Çok sayıda trilobit cinsinden biri olan *Dalmaniller*, Ordovisiyen ve Silüriyen'de dünyadaki bütün okyanuslara yayılmıştı.





Sarı benekli kırkayak (*Harpaphe haydeniana*). Siyanür kırkayağı olarak da bilinen bu özgün modern uniramian, saldırıya uğradığında zehirli hidrojen siyanür salgılar.

Ordovisiyen'de yaşadılar. Giderek azalmalarına karşın, Permiyen sonu felaketine kadar soylarını sürdürmeyi başardılar.

• TEMEL ARACHNOMORPHLAR

HELMITIIDAE
Kuamaia 48-49

MARELLOMORPHA
Marella 56-57

• TRILOBITA

REDLICHIIDAE
Olenoides 56-57

PHACOPIDAE
Calymene 66-67
Dalmanites 66-67

ASAPHIDAE
Homotelius 58-59

NARAOIIDAE
Soomaspis 62-63
Retifacies 48-49

UNIRAMIA (UNIRAMIAN EKLEMBACAKLILAR)

Kambriyen (?) – Bugün

İÇİNDE *Arthropoda*

KARŞILAŞTIRINIZ *Trilobita, Chelicerata, Crustacea*

AYRICA BAKINIZ *Arthropoda*

Bu önemli eklembacaklı grubunda, tanıdık birçok altıbacaklı böceğin yanı sıra, 13.000 kadar yaşayan kırkayak türü de yer alır. Uniramiaların ayırt edici özelliği başlarındaki bir çift anten ile iki çift ağız parçasıdır –bir çift altçene kemiği ile bir çift üstçene kemiği.

Kökenleri denizel olan kırkayaklar tatlı sularda yaşamaya başlayan (Ordovisiyen Devri'nde) ilk hayvanlardır. Daha sonra Silüriyen'de karaya da çıkmışlardır. Karasal kırkayakların büyük bölümü çürüyen bitkilerle beslenir. Karbonifer'in oksijeni bol atmosferi sayesinde boyu 2 m'yi aşan –bilinen en büyük kara omurgasızı– *Arthropleura* gibi dev türleri ortaya çıkmıştır.

• DIPLOPODA

AMYNILYSPEDIDAE
Amynilyspes 92-93

SPIROBOLIDA
Xyloiulus 88-89

SYMPHYLA
Cratoraricrus 160-161

• CHILOPODA

SCUTIGEROMORPHA
Latzelia 88-89

• ARTHROPLEURIDA

ARTHROPLEURIDAE
Arthropleura 90-91

EOARTHROPLEURIDAE
Eoarthropleura 68-69
milipede türleri 84-85
myriapod türleri 116-117

XENARTHRA

Erken Paleojen - Bugün

İÇİNDE *Eutheria*

KARŞILAŞTIRINIZ *Afrotheria, Boreoeutheria*

Plasentalı memelilerden oluşan bu garip grupta özelleşmiş beslenme tarzları nedeniyle birçoğunun dişleri indirgenmiş karıncayiyenler, tembelhayvanlar ve armadillolar yer alır. Pleistosen Buz Çağı "megafaunası"nda, görece kısa bir süre önce –10.000 yıldan biraz daha önce– gerçekleşen soy tükenmelere kadar bu grubun Amerikalarda, 6 m boyundaki dev yer tembelhayvanı *Megatherium* ve 2 tonluk zırhlı armadillo *Glyptodon* gibi dev türleri vardı.

• OLASI KÖK XENARTHRALAR

Eurotamandua 198-199

• PILOSA

MYLODONTIDAE
Paramylodon 234-235

BİLİNMEYEN

Stratigrafi kayıtlarında, yaşayan ya da soyu tükenmiş bilinen grupların hiçbirine kolayca sokulamayan bazı fosiller bulunmuştur. Genellikle bunun nedeni fosilde çok az bilginin korunmuş olmasıdır –özellikle orijinal yumuşak dokular hakkında. Böyle bilinmeyen gruplar arasında en olağanüstü olanı "Ediacara" olarak bilinendir. Onlar bu başlık altında ele alınmıştır; ancak biyolojik akrabaları hâlâ çok tartışılmaktadır. Prekambriyen/Kambriyen sınır tabakalarında bulunan, akrabaları pek kesinleşmemiş ama omurgasız evrimini anlayışımız açısından önem taşıyan bazı başka fosiller de vardır.

• BİLİNMEYEN AKRABALIKLAR

Namacalathus 46-47
Cloudina 46-47
chancellorid 46-47
Eldonia 48-49, 56-57
Dinomischus 56-57

Dokuz şeritli armadillo (*Dasypus novemcinctus*). En yaygın modern xenarthra. Güney Amerika'da ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 3 milyon yıl önce Amerikalar yeniden birleştiğinde kuzeye doğru ilerlemeye başlamıştır.



SÖZLÜK

Actinopterygian
Daha büyük **osteichthyan**lar grubuna –kemikli balıkların büyük bölümünü (çift ışın yüzgeçli balıklar) ve kemiksi pulları olan soyu tükenmiş birçok grubu da içeren– üye bir balık grubu. **Silüriyen** sonlarında ortaya çıkan grup, günümüze kadar gelmiştir.

Açıktohumlular (Angiosperm)
"Çıplak" tohumları kapalı bir tohumlukta durmayan büyük bir bitki grubu. Geç Devoniyen'de ortaya çıkmış olan bu grup eğrelliotlarını, iğneyapraklılar ve benellelaller gibi soyu tükenmiş grupları içerir.

Afrotherian
Olasılıkla Geç **Kretase**'de ortaya çıkan ve plasentalı memelilerin ilk ana dalı olan Afrikalı memeli grubu. Büyük bir bölümünün soyu tükenmiştir. Soyunu sürdürenlerin arasında karıncayiyenler, denizinekleri ve filler sayılabilir.

Agnathan
Birçok soyu tükenmiş denizel ve tatlı su türü olan ama günümüzde yalnızca taşemenler ve balıktaslaklarıyla temsil edilen çenesiz balık benzeri bir grup omurgalı hayvan (**Kambriyen** – Bugün).

Algae
Nemli ya da yaş ortamlarda yaşayan, birbiriyle ilişkileri olmayan, görece basit **fotosentetik** canlı grubuna verilen ortak ad. Tekhücreli ya da çokhücreli olabilirler. Bitkilerin tersine, kökleri, gövdeleri ve yaprakları yoktur.

Amniyot
Embriyonları koruyucu bir zar (amniyon) içinde gelişen omurgalı hayvan. Amniyotlar sürüngenleri, kuşları, memelileri ve soyu tükenmiş bazı **tetrapod**ları kapsar ama **lissamphibian**ları kapsamaz.

Amphibian
Korumasız yumurtalarını genellikle suya bırakan, iribaş evresinde solungaçlarıyla ve yetişkin olunca da akciğerleriyle solunum yapan **tetrapod**ları tanımlamada yaygın olarak kullanılan terim. Ancak grup **polifiletik**tir. **Lissamphibia** ile **temnospondyl**lerin de arasında bulunduğu soyu tükenmiş bazı gruplar yerini almıştardır.

Anapsid
Kafatasında gözün arkasında ek açıklıkları olmayan ve kaplumbağaların, kurbağaların ve soyu tükenmiş bazı hayvanların içinde yer aldığı bir grup sürüngen.

Archosaur
Erken **Triyas**'ta ortaya çıkmış büyük bir **diapsid** sürüngen grubu. Kuşsu olmayan dinozorlar ve pterosaurlar gibi soyu tükenmiş bazı gruplarla, günümüz timsahlarını ve kuşlarını içerir.

Arkeen Üst Zaman
Prekambriyen'in ilk bölümü. Arkeen'in kesin tanımlı bir alt sınırı henüz yoktur; ama 4 milyar yıl öncesinden 2,5 milyar yıl öncesine kadar olan zaman dilimini kapsadığı kabul edilir.

Arkeler
Genellikle koşulların çok zorlu olduğu ortamlarda koloniler halinde yaşayan, tek tek, sıralı ya da gruplar halinde bulunan çok çeşitli ve ilkel mikroskobik **prokaryot** grubu.

Atkuyruğu
Geç **Devoniyen**'de ortaya çıkmış, ilkel bitki grubu sphenopsidlerin bir üyesi. Bunlar 40 m'yi bulan boylarıyla **Karbonifer**'in tropikal kömür ormanlarının önemli bir parçasıydılar. Karakteristik özellikleri kök benzeri yatay **rizom**lardan çıkan fırça gibi yaprakları, gerçek kökleri ve segmentli gövdeleridir. Günümüzde yaşayan az sayıda türü çok küçüktür; ama ilkel yapılarını korumuşlardır. Yetişmek ve üremek için nemli bir ortama gereksinim duyarlar.

Bakteriler
Kökenleri **Arkeen**'e kadar uzanan ilkel, çok çeşitli ve büyük bir **prokaryot** mikroorganizma grubu. Değişik türlerinin kullandığı oksijenli ve oksijensiz **fotosentez** gibi daha birçok metabolik yolakları vardır.

Bipedalizm
Durmak, yürümek ve koşmak için dört bacak yerine iki bacağın kullanılması.

Biyota
Belli bir dönemdeki ya da bölgedeki flora ve faunanın tümü.

Blastopor
Embriyon gelişiminin başlarında embriyondaki kese şeklindeki açıklık, ilkel ağız.

Boreoeutheria
Molekül analizleri sonucunda Geç Kretase'de ortaya çıkmış *Laurasiatheria* ve *Euarchontoglires* diye iki kola ayrılan büyük bir plasentalı memeli grubu.

Böcekçil
Eski sınıflandırmalara göre küçük ve asıl olarak gececil memelilerin, böcekle beslenen bir grubu. Günümüz kirpileri, kırfareleri ve bunların **Kretase** sonlarında ortaya çıkmış ama artık soyu tükenmiş atalari bu gruba girer. Karakteristik bir diş yapıları vardır; ama molekül verileri bu grubun **filofiletik** olduğunu ortaya koymuştur. Bu terim böcek yiyen her türlü hayvanı tanımlamada kullanılır.

Bryofit
Gerçek kökleri ve yaprakları olmayan ve yer düzeyinden fazla büyüyemeyen yosunların ve ciğerotlarının içinde yer aldığı bitki grubu. Benzer bitkiler Ordovisiyen'de ilk kez karalara çıkmıştı.

Buzul arası
Bir **buzul çağı** içinde soğuk **buzullanma** dönemleri arasında yer alan sıcak dönem.

Buzul Çağı
Dönüşümlü olarak sıcak ve soğuk dönemleri olan, kutuplarda buz takkelerinin, buz örtülerinin ve buzulların oluşmasına, deniz düzeyinde değişimlere ve iklim bölgelerinin kaymasına yol açan ve birkaç milyon yıl süren dönem.

Buz deposu
Dünya tarihinde, Dünya'nın yörüngesinin periyodik çevrimlerine bağlı buzul çağlarının ve soğuk iklimin egemen olduğu, atmosferdeki sera gazları düzeyinin düşük kaldığı ve olasılıkla okyanus akıntı örüntülerinin değiştiği bir evre.

Buzullanma
Bir **buzul çağı**nın içinde deniz düzeyinin düşlüğü ve buzulların ilerlediği soğuk dönem.

Carnivoran
Paleojen'de ortaya çıkmış bir grup **laurasiatherian** memeli. Avlarını öldürmede kullandıkları hançer şeklinde gelişmiş köpekdişleri ve etleri çiğnemede kullandıkları özelleşmiş azıdişleri karakteristik özellikleridir.

Chondrichthyes
Geç Silüriyen'de ortaya çıkmış, ilkel bir balık grubu. Kafatası ve sırt pulları kıkırdak denen sert ama mineralleşmeyen, esnek ve organik bir maddedendir –bunlara zaman zaman "kıkırdaklı balık" da denir.

Cins
Ortak bir atadan türemiş ve genetik olarak birbirine çok yakın türlerin oluşturduğu grup. Bir cins, bilinen yalnızca bir türü de içeriyor olabilir.

Cynodont
Bazı memeli özellikleri de taşıyan gelişmiş, memeli benzeri bir **tetrapod** grubu. Bu grup Geç **Permiyen**'de ortaya çıkmış ve memelilerin atalarının da türediği daha büyük bir grupta yer alır.

Çoktüberküllü
Orta **Jura**'da ortaya çıkmış ve **Oligosen**'de soyları tükenmiş, dişlerinden ayırt edilen, kemirgen benzeri ilkel bir memeli grubu.

Çört
Silisyum açısından zengin çökeltilerin oluşturduğu ve canlı kalıntılarının üzerlerini örterek onların fosilleşmesine yol açan deniz tabanı tortularından oluşan kaya.

Damarlı bitki
Kök sistemi sayesinde topraktan aldığı suyu ve besin maddelerini yerçekimine karşı koyarak gövde boyunca taşıyan hücreleri olan ve kara bitkilerinin büyük bir bölümünü oluşturan bitki grubu. Gövdedeki hücreler lignin maddesiyle güçlendirilmiştir; bu sayede bitki yukarı, güneşe doğru büyüyebilir. Damarlı bitkiler Erken **Silüriyen**'de kesin vardır; ama büyük olasılıkla Geç **Ordovisiyen**'de ortaya çıkmışlardır.

Daralan evrim
Aynı çevresel baskıların etkisinde kalan farklı gruplardan canlıların, baskıya karşılık olarak, benzer yapılar geliştirerek evrim geçirmesi –örneğin pterosaurların, kuşların ve yarasaların kanatlarının oluşması.

Devoniyen Devri
Palaezoyik Zaman'da 416 myö ile 359 myö arasında yer alan devir. İlk kara bitkilerinin ortaya çıkışı, ağaç büyüklüğündeki bitkilerle ilk ormanların gelişmesi ve ilk kara omurgalılarının ortaya çıkmasıyla bilinir.

Dış iskelet
Bir eklembacaklı bedenini kuşatan sert, koruyucu kaplama. Hayvanın büyümesi boyunca zaman zaman değiştirilir. Soyu tükenmiş trilobitler ya da günümüz yengeçleri gibi bazı gruplarınki mineralleşir.

Diapsid
Geç **Karbonifer**'de ortaya çıkan **amniyot tetrapod**ların, göz çukurlarının hemen arkasında yer alan bir çift açıklıkla tanınan bir grubu. Timsahların, kertenkelelerin, kuşların ve yılanların yanı sıra, **dinozorlar** ve soyu tükenmiş bazı deniz sürüngenleri de diapsiddir.

Dinozor
Soyu tükenmiş ve çok çeşitli, bir karasal **diapsid** sürüngen grubu. Triyas'ın sonlarında ortaya çıktılar ve kuşların dışında Kretase sonundaki büyük felakette yok oldular. Kalça ve pelvis yapılarıyla tanınırlar, **ornithischian** ve **saurischian** diye iki temel gruba ayrılmışlardır.

DNA
Açılımı deoksiribonükleik asit olan ve yaşayan birçok canlıda kalıtsal özelliklerin aktarılmasını sağlayan genetik malzeme. Hücre bölünmesi sırasında DNA kendi kopyasını çıkartır, birbirinin aynı iki DNA olur. Bu DNA'lar iki kardeş hücrede yer alır.

Doğal seçilim
Canlıların çevrelerine en iyi şekilde uyum göstermesini, hayatta kalmasını, yavrularını yetiştirmesini ve böylece az uyum gösteren türlere

göre kuşaklar boyunca sayılarının artmasını sağlayan evrimsel süreç.

Döterostom
Embriyonik **blastopor**un anüse dönüştüğü, ağzın sonradan oluştuğu canlı (**protostom** ile karşılaştırınız).

Echinoderm
Erken **Kambriyen**'de ortaya çıkmış, denizyıldızlarını, denizkestanelerini, denizhıyarlarını, denizzambaklarını ve soyu tükenmiş bazı türleri de içeren bir grup deniz **döteostom**u. Bedenlerindeki beşli simetri ve kalsiyum karbonat iskeletleriyle bilinirler.

Ediacara Devri
Proterozoyik Üst Zamanı'nın 630 myö ile 542 myö arasında yer alan son devri. Yumuşak bedenli **Ediacara faunası** ile bilinir.

Ediacara faunası
Fosilleri **Ediacara Devri** tabakalarından çıkarılan, yumuşak bedenli, soyu tükenmiş bir grup deniz canlısı. Her ne kadar bazılarının özellikleri yaşayan **metazoan**lara benzese de doğaları hakkında pek bir bilgi yoktur. Adlarını, 1940'lı yılların sonunda ilk bulundukları yer olan Batı Avustralya'daki Flinders Range'de yer alan Ediacara Tepeleri'nden alırlar.

Eğrelti ağacı
Erken **Karbonifer**'de ortaya çıkmış, bazılarının büyüklüğü ağaç boylarında olan eski bir "pteridopsid" bitki grubu. Günümüzde çok az temsilcisi kalmıştır.

Eğreltiotu
Karakteristik özelliği front şeklinde yaprakları ve bu yaprakların arka yüzlerinde demetler halinde bulunan spor taşıyan yapıları (sporangiyum) olan, Geç **Devoniyen**'de ortaya çıkmış büyük ve ilkel bir karasal bitki grubu.

Eklembacaklı
En büyük ve çeşitli hayvan grubu. **Kambriyen**'de ortaya çıkmış ama soyu tükenmiş (örneğin trilobitler) ya da hâlâ yaşayan (örneğin böcekler) türleri içerir. Karakteristik özellikleri eklemli bacakları ve sert dış derileridir (dış iskelet).

Ekosistem
Bir canlı topluluğu ya da topluluklarından oluşan ve içinde yaşadıkları çevreyle etkileşim halinde olan doğal bir birim.

Embriyoloji
Embriyonun oluşumu ve gelişiminin çalışıldığı disiplin.

Embriyon
Bir hayvanın döllenme ile doğum (ya da yumurtadan çıkma) arasındaki gelişiminin ilk evresi.

Eosen Devresi
Kenozoyik Zaman'daki **Paleojen Devri**'nin üç epokundan biri. 56 myö ile 34 myö arasında yer alan bu epokun başlıca özelliği ilk **plasentalı** memelilerin ve **teleost** balıkların **yayılım**ları olmuştur.

Erozyon
Günlenmeyle parçalanmış ve ufalanmış kaya malzemelerinin rüzgârın, suyun, buzun ve yerçekiminin içinde yer aldığı taşınma süreci.

Etçil
Başka hayvanların etlerini yiyen hayvan –carnivoran memeli olması gerekmez.

Euarchontoglires
Primatların, tavşanların ve kemirgenlerin içinde olduğu, Orta **Kretase**'den beri var olan büyük bir **plasentalı** memeli grubu.

Filogeni
Canlıların soy hatlarının gelişiminin tarihi. Evrim sürecindeki soy hatları, evrimsel ilişkiler ve ortak atalardan gelen türler dallanan bir şema şeklinde gösterilir.

Fotosentez
Suyu, atmosferdeki karbondioksidi ve klorofillerin yakaladığı güneş ışınlarını kullanıp organik bileşikler oluşturma ve canlı hücre maddesi yapma süreci. En iyi olarak atık oksijenin ortaya çıktığı bitki fotosenteziyle bilinir.

Gamet
Bir cinse ait bir takım kromozom taşıyan "haploit" hücre. Bu hücre karşı cinse ait öteki haploit hücre ile kaynaşarak –böylece iki takım kromozomu olan– "diploit zigot"u oluşturur.

Gametofit
Bitki üremesinde, yalnızca bir takım kromozom taşıyan **gamet** oluşumunun "haploit" evresi.

Gelişmiş
Bir canlının daha **ilkel** haline ya da özelliğine göre dönüşüme uğramış durumu ya da özelliği.

Genetik
Kalıtımın ve çeşitlenmenin biyolojisi.

Ginkgo
Odunsu gövdesi, yelpaze şeklinde yaprakları ve paralel damarları olan bir bitki grubu. Geç **Triyas**'ta ortaya çıkan bu grup **Mesozoyik**'in sonlarında çeşitlenmiş ama günümüze kadar yalnızca bir türle gelebilmiştir: *Ginkgo biloba*.

Glossopterid
Şerit şeklindeki yapraklarının fosilleri, bir zamanlar **Gondvana**'nın parçası olan Avustralya, Güney Amerika, Güney Afrika, Antarktika ve Hindistan'daki **Permiyen** ve **Triyas** tabakalarında yaygın olarak çıkan, soyu tükenmiş bir bitki grubu. Bunlar, bu kara parçalarının bir zamanlar bir arada olduğunu ve Güney Yarımküre'deki bir **süper kıta**yı oluşturduğunu gösteren fosil kanıtlarının önemli bir parçasıdır.

Gondvana
Yerkabuğunu oluşturan büyük plakalardan bazılarının (Hindistan, Avustralya, Güney Afrika, Güney Amerika ve Antarktika) ve Florida gibi daha küçük bazı parçaların birleşmesiyle Güney Yarımküre'de oluşmuş süper kıta. Bu parçalar ilk kez **Kambriyen**'de bir araya geldi. Sonra **Permiyen**'de **Lavrasya** ile birleşip daha da büyük bir süper kıta olan **Pangea**'yı oluşturdu. Pangea 300 milyon yıl kadar bütünlüğünü koruduktan sonra, **Jura**'da parçalanmaya başladı.

Günlenme
Kayaları parçalayıp ufalayan bir dizi kimyasal, ısıl ve mekanik sürecin tümü için kullanılan terim.

Hadean Üst Zamanı
Yaklaşık 4 milyar 510 milyon yıl önce Ay'ın oluşumuna yol açan büyük felaketten sonraki 700 milyon yılı içeren jeolojik zaman dilimi.

Hepçil
Hem bitkilerle hem de başka hayvanların etleriyle beslenen hayvan.

Holosen Devresi
İçinde bulunduğumuz, **Pleistosen buzullanması**nın sonunda, 11.500 yıl önce başlayan jeolojik epok. Küresel ısınma ve deniz düzeyinin yükselmesiyle başlamıştır.

İğneyapaklılar
Günümüz bitkilerinin **Karbonifer**'de ortaya çıkmış temel bir grubu. Odunsu dokuları ve pul benzeri yapraklarıyla ayırt edilirler. Tohumları ve polenleri aynı ağaçta gelişen farklı cinsiyetli kozalaklarda taşınır.

İkincil uyarlanma
Yürümede kullanılacak dört bacağın oluşması gibi asıl uyarlanma özelliklerinin değişmesi ve –tıpkı insanlarda ve bazı başka hayvanlarda iki bacakla yürümenin ortaya çıkması gibi– yeni bir uyarlanma geliştirilmesidir. İkincil uyarlanmalarla ortaya çıkan yeni özellikler genellikle canlıların sınıflandırılmasında bazı hatalara yol açar.

İlkel
Gelişmiş bir durum ya da özellikle karşılaştırıldığında bir canlının atasındakine yakın kalan durumu ya da özelliği.

İnsangil (Hominid)
13 milyon yıl önce ortaya çıkan ve içinde gorillerin, şempanzelerin, insanların ve bunların soyu tükenmiş atalarının yer aldığı **primat** grubunun üyesi. Bilek ve ellerinin kemik yapısıyla ayırt edilirler.

İnsansı (Hominin)
7 milyon yıl önce ortaya çıkan ve içinde insanların ve soyu tükenmiş atalarımızla yaşayan en yakın akrabalarımız şempanzelerin yer aldığı **primat** grubunun üyesi. Molekül verileri ve damaklarının kemik yapısıyla ayırt edilirler.

İz fosil
Tortuların içindeki oyuklardan ayak izlerine ve diş izlerine kadar değişen ve bir canlı tarafından geride bırakılmış izlerden oluşan bir çeşit fosil.

Jura Devri
Mesozoyik zamanın 200 myö ile 145 myö arasındaki devri. Adı, Avrupa'da bu devre ait kaya tabakalarının yüzeye çıktığı Jura dağlarından gelmektedir.

Kalsiyum karbonat
Hafif asitli sularda çözünen, düşük sıcaklık ve basınçla kristalleşen, birçok canlının iskelet ve kabuk yapımında kullandığı, zehirli olmayan mineral. Bazı kayaların da temel malzemesidir.

Kambriyen Devri
Fanerozoyik Üst Zaman'ın ve **Palaeozoyik** Zaman'ın ilk devri. **Prekambriyen**'in sonundan (542 myö) **Ordovisiyen**'in başına (488 myö) kadar sürmüştür. Bu dönemde denizlerde temel hayvan gruplarının çoğu ortaya çıkmıştır.

Kapalıtohumlular
Tohumlarını kapalı bir tohumlukta koruyan ve yaygın olarak "çiçekli bitkiler" adıyla da bilinen temel bir bitki grubu. Evrimlerinin ilk dönemi Erken **Kretase**'de geçmesine karşın, o sürece ilişkin pek bir bilgi yoktur.

Karapaks
Kaplumbağa gibi bazı sürüngenlerle bazı eklembacaklıların bedenlerini saran koruyucu kılıf.

Karbonifer Devri
Devoniyen'in sonundan (359 myö) **Permiyen**'in başına (299 myö) kadar geçen devir. Kuzey Amerika'da Mississippiyen (359 myö - 318 myö) ve Pensilvaniyen (318 myö - 299 myö) diye iki altbölüme ayrılmıştır. Bu devirde çok genişleyen tropikal ormanlar geride çok büyük kömür yatakları ve ilk karasal **tetrapod**lar da kalıntılarını bırakmıştır.

Kartopu Dünya
Buzulların alçak enlemlere kadar indiği halta olasılıkla bütün dünyayı sardığı uzun süren büyük bir **buzul çağı**. **Prekambriyen**'de bu ölçüde iki ya da üç **buzul çağı** yaşandığı anlaşılmıştır.

Kemirgen
Paleosen'de ortaya çıkmış, küçük **otçul** hayvanlardan ve **plasentalı etçil** memelilerden oluşan büyük ve çok çeşitli bir grup. Karakteristik özellikleri sürekli büyüyen keski şeklindeki ön dişleridir.

Kenozoyik Zaman
Çiçekli bitkilerin, böceklerin, kemikli balıkların, kuşların ve plasentalı memelilerin olağanüstü çeşitlendiği ve **Paleojen** (62 myö - 23 myö) ile

Neojen (23 myö - bugün) devirlerini içeren jeolojik zaman.

Kibritotları (lycopsid)
Geç *Silüriyen*'de ortaya çıkan ve topraktaki kök benzeri yatay **rizom**dan yukarı doğru büyüyen ilkel bir bitki. Yaprak benzeri şeritleri gövdesini sarmal bir şekilde yukarı doğru sarar ve koparıldıklarında da baklava desenli karakteristik bir iz bırakır. Kozalak benzeri yapıların içinde demetler halinde bulunan sporlarla ürerler. 30 m'yi bulan, ağaç boyutlarındaki dev türleri **Karbonifer** kömür ormanlarının önemli bir öğesiydi.

Kireçtaşı
Hem denizlerde hem de tatlı sulardaki karbonat minerallerinden (genellikle kalsiyum karbonat) oluşan bir tür tortul kaya. Çoğunlukla çok sayıda kabuk kalıntısı içerir.

Kitlesel yok oluş
Biyolanın büyük bir yüzdesinin görece çok kısa bir zaman diliminde öldüğü olay. **Fanerozoyik** boyunca beş büyük kitlesel yok oluş olayının gerçekleştiği saptanmıştır.

Klad
İçinde bir ata ve onun soy hattının da olduğu **monofiletik** bir dal ya da grup oluşturan bir canlı veya bir grup canlı.

Kladistik
Monofiletik taksonlara ya da kladlara dayanan bir **filogenetik** sınıflandırma yöntemi ve sistem. Taksonlar ve kladlar evrimsel değişim dizisi kurma çabasıyla özelliklerin analizi sonucunda belirlenir.

Kordalı
Kambriyen'de ortaya çıkan ve omurgalıları –baştan kuyruğa kadar uzanan ve omurganın temelini oluşturan **notokord** adlı sert ama esnek sırt kordonu olan hayvanlar– da içeren temel bir hayvan grubu.

Kretase Devri
Mesozoyik Zaman'ın 145 myö ile 65 myö arasında kalan ve büyük bir kitlesel yok oluş felaketiyle sona eren, en yakın devri.

Kriyogeniyen Devri
Neoproterozoyik Zaman'ın üç devrinin ortasında yer alan (850 myö – 630 myö) ve çok geniş küresel buzullanmaların görüldüğü devir.

Kromozom
Canlıların hücreleri ve çeşitli işlevleri için gereken proteinleri üreten genetik bilgiyi (genleri) taşıyan **DNA**'nın bir bölümünün sarılmış hali.

Kuvaterner
2,6 myö ile günümüz arasında kalan ve aslında **Pleyistosen** ile kesişen jeolojik zaman aralığı.

Laurasiatheria
Molekül verileri sayesinde belirlenmiş, Orta **Kretase**'de ortaya çıkmış, büyük bir **plasentalı** memeli grubu.

Lavrasya
Ordovisiyen Devri'nde Laurentia (Kuzey Amerika) ile Avrasya'nın (Hindistan'ın dışında) birleşmesiyle Kuzey Yarımküre'de oluşmuş süper kıta.

Marsupiyal
Yavrularını olgunlaşmamış doğurup keselerinde büyüten ilkel bir memeli grubu. Bu grup Geç **Jura**'da ya da Erken **Kretase**'de ortaya çıkmıştır. Bir zamanlar bugünkü Avustralya ve Güney Amerika'daki yayılımlarından çok daha geniş alanlarda yaygındılar.

Memeli
Yavrularını annenin meme bezlerinden salgılanan sütle besleyen, sıcak kanlı ve tüylü **amniyot** omurgalılardan bir grup. Triyas'ta ortaya çıkmışlardır; çene ve diş yapıları karakteristiktir.

Mesozoyik Zaman
Triyas (251 myö - 199 myö), **Jura** (199 myö - 145 myö) ve **Kretase** (145 myö - 65 myö) devirlerini içeren jeolojik zaman. Çeşitli sürüngen gruplarının büyük başarı göstermesiyle bilinir.

Metazoan
Bedeni ayrı hücre katmanları ve dokular şeklinde organize olmuş ve bir sinir sistemiyle yönlendirilen çokhücreli hayvan.

Miyosen Devresi
23 myö ile 5 myö arasında kalan **Neojen Devri**'nin, ilk epoku.

Moleküler saat
Canlılar arasındaki "genetik mesafe" ölçümlerine ve genetik değişim hızlarına
dayanan, evrimsel çeşillenmenin tarihini ölçme aracı.

Monofiletik
Başka bir grupla paylaşmadıkları tek bir ortak atadan gelen bir grup tür için kullanılan tanımlayıcı terim. Monofiletik grupların saptanması **kladistiğin** temelini oluşturur.

Monotrem
Kretase'de ortaya çıkmış, aralarında günümüz ornitorenk ve ekidnelerinin de bulunduğu ilkel bir grup memeli.

Neojen Devri
23 myö **Miyosen Devresi** ile başlayan ve şu an içinde bulunduğumuz **Holosen Devresi** ile sona eren en son jeolojik devir.

Neoproterozoyik Zaman
Proterozoyik Üst Zaman'ın 1 milyar yıl önce ile 542 myö arasında geçen son zamanı.

Niş
Ekosistemde belirli bir canlının kapladığı ve sıcaklığa dayanıklılık, beslenme alışkanlıkları ve avcı hayvanlarla etkileşim gibi özelliklerle sınırları belirlenen bir yaşam alanı, boşluk.

Notokord
Omurgalı hayvanlarda baştan kuyruğa kadar giden ve omurganın temelini oluşturan, destek sağlayıcı, esnek sırt çubuğu.

Oligosen Devresi
Paleojen Devri'nin 40 myö ile 23 myö arasında yer alan son epoku.

Omurgalı
Kambriyen'de ortaya çıkan ve karakteristik özellikleri **notokord**un yerini eklemli bir iskeletin alması olan büyük bir **kordalı** grubu.

Omurgasız
Omurgası olmayan **metazoan** hayvanları tanımlamada kullanılan geleneksel terim. **Filogenetik** bir anlamı yoktur.

Ordovisiyen Devri
Paleozoyik Zaman'ın 488 myö ile 444 myö arasında süren ve son dönemlerinde Buzul Çağı'nın yaşandığı devir.

Ornithischian
Dinozorların iki temel bölümünden biri (öteki **saurischian**lardır). Bitkiyle beslenen bu hayvanların karakteristik özellikleri kalçalarının kuş benzeri bir yapıda olmasıdır. Geç **Triyas**'ta ortaya çıktılar ve **Kretase** sonunda yok oldular.

Osteichthyes
Silüriyen'de ortaya çıkmış ve kafatası, çene ve dişleriyle ayırt edilen çok çeşitli ve başarılı bir kemikli balık grubu.

Ot
Büyük çiçekli bitkiler grubunun (Graminae ya da Poaceae) bir üyesi. **Kenozoyik**'te ortaya çıkışları ve **yayılım**ları otlayan memelilerin ve geviş getiren hayvanların evrimiyle yakından bağlantılıdır.

Otçul
Bitkilerle beslenen ve genellikle dişleri ve mideleri bitki dokusunu çiğnemek ve öğütmek üzere uyarlanmış hayvan.

Ökaryot
Kromozomları zarla çevrili bir hücre çekirdeğinin içinde olan bir hücre ya da böyle hücrelerden oluşan bir canlı.

Özellik
Canlılar arasındaki akrabalık ilişkilerini belirlemede kullanılan nitelik.

Paleojen Devri
Kenozoyik Zaman'ın 65 myö ile 23 myö arasında süren ilk devri.

Paleosen Devresi
Kenozoyik Zaman'ın ve **Paleojen Devri**'nin 65 myö ile 56 myö arasında geçen ilk devresi. Kretase sonu felaketinden sonra karasal **biyota**lardaki büyük değişimle bilinir.

Paleozoyik Zaman
542 myö **Kambriyen Devri** ile başlayan ve 251 myö **Permiyen Devri** sona eren jeolojik zaman. Soyu tükenmiş birçok grup ve bitkilerle hayvanların karalara çıkıp yayılmasıyla bilinir.

Pangea
Triyas'ın sonunda Baltica'nın, Sibirya'nın, **Gondvana** ve **Lavrasya** süper kıtalarının birleşmesiyle oluşan ve bir kutuptan ötekine uzanan süper kıta.

Pelycosaur
Geç **Karbonifer**'de ortaya çıkan, özellikle çene ve dişlerde olmak üzere birtakım memeli özellikleri gösteren bir grup **synapsid tetrapod**. Bazı pelycosaurların omurgalarından çıkan ve olasılıkla beden sıcaklığını düzenleyen yelken benzeri bir yapısı olurdu.

Plaka tektoniği
Yerkabuğunu oluşturan plakaların mantodaki konveksiyon akımları nedeniyle hareket ettiği jeolojik süreç. Plakalar yeni okyanuslar oluşturacak şekilde birbirinden uzaklaşabilir, büyük fay hatları boyunca birbirinin yanından geçebilir ya da ada yayları ve kıtasal sıradağlar oluşturacak şekilde birbirlerine doğru ilerleyebilir.

Plasentalı
Rahminde plasenta –anne karnındaki yavrunun annesiyle arasındaki besin, atık ve oksijen alışverişini sağlayan süngerimsi doku– bulunan **memeli** grubu.

Pleyistosen Devresi
Neojen Devri'nde yer alan ve 1,8 myö ile 11.500 yıl önce arasında geçen epok. Buzul çağı ve birçok büyük hayvanın soyunun tükenmesiyle bilinir.

Pliyosen Devresi
Neojen Devri'nde yer alan ve 5,3 myö ile 1,8 myö arasında geçen epok.

Polen
Hem çiçekli bitkilerde (**kapalıtohumlular**) hem de tohum taşıyan başka bitkilerde (**açıktohumlular**) erkek üreme organlarınca çok büyük miktarlarda üretilen mikroskobik sporlar ve taneler.

Polifiletik
Soyları tek bir atadan gelmeyen bir grup tür için kullanılan tanımlayıcı terim. Yalnızca **monofiletik** gruplarla doğru bir **filogeni** kurulabileceği için polifiletik grupların ayıklanması **kladistik**te kullanılan temel bir yöntemdir.

Prekambriyen
Dünya'nın 4,56 milyar yıl önce oluşumundan 542 milyon yıl önce **Fanerozoyik** Üst Zaman'ın başlangıcına kadar geçen muazzam uzunluktaki devir. Temelde **Arkeen** ve **Proterozoyik Üst Zamanlar** diye iki bölüme ayrılır. Zaman zaman Dünya tarihinin ilk evresi için kullanılan **Hadean**

terimi resmen kabul görmüş bir terim değildir. Yaşamın olduğuna ilişkin en eski işaretler 3,6 milyar yıl öncesinden kalmadır. Ne var ki canlılar yaklaşık 580 milyon yıl öncesine kadar tekhücreli kalmıştır.

Primat
Paleojen'in başlarında ortaya çıkmış, aralarında maymunların, insanların ve onların atalarının da bulunduğu plasentalı bir memeli grubu. Yaygın olarak ağaçlarda yaşarlar ama küçük bir bölümü sonradan yerde yaşamaya başlamıştır. Başparmaklarının karşı duruşu ve binoküler görüş sağlayan öne dönük yüzleriyle ayırt edilirler.

Prokaryot
DNA'sı **kromozom**lar şeklinde düzenlenmemiş ve bir hücre çekirdeği de olmayan bir hücre ya da böyle hücrelerden oluşan canlı.

Proterozoyik Üst Zaman
Prekambriyen'in 2,5 milyar yıl öncesi ile 542 myö arasında yer alan, iki uzun üst zamanından biri.

Püskürük kaya
Erimiş kaya malzemesinin (magma) soğuması ve kristalleşmesiyle oluşan kaya tipi.

Rizom
Genellikle toprağın altında olan ve düğüm noktalarından köklerin ve filizlerin çıktığı yatay bitki gövdesi.

Sarcopterygian
Devoniyen'de ortaya çıkmış bir grup lob yüzgeçli balık. Günümüzde yaşayan ve bunlara benzeyen balıklar yalnızca akciğerli balıklar ve sölekantlardır. Ne var ki **tetrapod**lar da gerçekte sarcopterygiandır: iki çift kaslı lob yüzgeç, bedenlerini kaldıracak biçimde uyarlanmış ve evrim geçirerek bacaklara dönüşmüştür.

Saurischian
Geç **Triyas**'ta ortaya çıkmış ve **Kretase**'nin sonunda yok olmuş iki temel dinozor grubundan biri (öteki grup **ornithischian**lardır). Karakteristik özellikleri kertenkele benzeri kalça yapılarıdır. Bu gruptaki dinozorlar bitkiyle beslenen sauropodomorphlar ve etçil **theropod**lardı.

Sauropod
Geç **Triyas**'ta ortaya çıkan sauropodomorph saurischian dinozorların bitkiyle beslenen temel bir grubu. Karakteristik özellikleri küçük başları ve sütun benzeri kalın bacaklarıdır. **Kretase**'nin sonunda yok olmuşlardır.

Sera
Karbondioksit ve güneşten gelen ısıyı atmosferde tutan öteki gazların miktarının artarak küresel ısınmaya yol açtığı, küresel sıcak iklim dönemi.

Sikad
Permiyen'den kalma, palmiye benzeri, tohumlu bir bitki. Dev gövdesinin ucunda eğrelti otu benzeri yapraklardan oluşan bir taç olur. **Mesozoyik**'te çok yaygındılar ve bazı türleri 20 m boya ulaşıyordu.

Silüriyen Devri
Paleozoyik Zaman'ın 444 myö ile 416 myö arasında geçen ve ilk kara bitkileriyle bilinen devri.

Soy tükenişleri
Bakınız **Kitlesel yok oluş**

Spor
Bazı bitkilerde, bakterilerde ya da başka tekhücreli canlılarda bulunan, çok küçük üreme yapısı.

Stratigrafi
Kaya tabakalarının, onların oluşumlarının, birikim tarihçelerinin, göreli yaşlarının ve tektonik hareketler sonucunda ayrılmış farklı yerlerin birbiri arasındaki ilişkileri üzerine çalışılan disiplin.

Süper kıta
Tektonik hareketlerle bir araya gelen ve **Gondvana** ya da **Pangea** gibi daha büyük kütleler oluşturan bir grup kıtasal yerkabuğu plakası.

Sürüngen
Geleneksel sınıflandırmada pullardan ya da plakalardan oluşan sertleşmiş derileri olan, akciğer solunumu yapan ve kalpleri dört bölümden oluşan, **amniyot** sınıfının üyesi bir grup canlı. Ancak bu özellikler artık gerçek bir **kladı** ya da grubu tanımlamak için değil de **Karbonifer**'de ortaya çıkmış bazı hayvanlarda görülen bir "organizasyon düzeyini" anlatmak için kullanılıyor.

Synapsid
Geç **Karbonifer**'de ortaya çıkan ve kafataslarında gözlerin arkasında bir çift açıklıkla ayırt edilen bir **amniyot** grubu. Aralarında soyu tükenmiş gruplardan **pelycosaur**lar ve therapsidler ile yaşayan gruplardan **memeli**ler bulunur.

Tabaka
Yeryüzünde rüzgâr, su ve yerçekiminin etkisiyle tortuların birikmesi sonucunda oluşan kaya katmanları. Geç üstle yığılan katmanlar zaman içinde gömülür ve sıkışır, gevşek tortulardan sert **tortul kaya** tabakalarına dönüşür. Daha sonraki yeryüzü hareketleri orijinal yatay katmanları bozabilir, deforme edip yerlerini değiştirebilir, katlanmalara ve fay hatlarına yol açabilir.

Taksonomi
Canlıların sınıflandırılma çalışması, onun kuralları, ilkeleri ve uygulaması.

Teleost
Geç **Triyas**'ta ortaya çıkan ve günümüzde hem denizlerde hem de tatlı sularda egemen olan büyük bir **actinopterygian** grubu. Karakteristik özellikleri ince kemiksi pulları ve çene ile kuyruk yapılarıdır.

Temel
Büyük bir kladdan dallanan ilk **klad** ya da gruba verilen sıfat. Temel kladlar (bazen "kök" gruplar da denir) ileride ortaya çıkan ve yeni özellikler taşıyan kladlarla karşılaştırıldığında içinden çıktığı büyük kladın son ortak atasıyla daha çok benzerlik gösterir.

Tersiyer
Kuvaterner'in başına kadar **Kenozoyik Zaman**'ın büyük bölümünü, 65 myö ile 2,6 myö arasını kapsayan, eski ama hâlâ kullanılan bir jeolojik dönem adı.

Tetis Okyanusu
Doğudan batıya uzanan ve **Permiyen**'den **Miyosen**'e kadar **Gondwana**'yı ayıran büyük ölçüde tropikal okyanus. Afrika ve Hindistan plakalarının kuzeye doğru ilerleyişiyle birlikte büyük bölümü kuşatılmıştır.

Tetrapod
Geç **Devoniyen**'de ortaya çıkan temel bir **omurgalı** grubu. Bunların karakteristik özelliği **sarcopterygian**ların çiftler halindeki lob yüzgeçlerinden türemiş, ucunda parmaklar bulunan çiftler halinde kaslı uzuvlarıdır. Tetrapod uzuvları ilk olarak artık soyu tükenmiş bazı sucul hayvanlarda ortaya çıkmış, bunlar daha sonra karada yürümeye yarayacak biçimde uyarlanmıştır.

Theropod
İki bacakları üzerinde yürüyen ve çoğu etçil hayvanlardan oluşan, aralarında tyrannosauruslar gibi gelmiş geçmiş en büyük karasal avcıların da bulunduğu **saurischian** dinozorların temel bir altbölümü. Geç **Triyas**'ta ortaya çıkan theropodlar **Kretase**'nin sonunda yok oldular.

Tillit
Buzullarda oluşan ve buzlar eridiğinde geride kalan bir tür kaya. Bunlar çamur karışımlarından, siltten ve kaya döküntülerinden oluşur; buz tarafından taşındıklarından yüzeyleri genellikle çizik çiziktir.

Tohumlu bitki
Geç **Devoniyen**'de ortaya çıkan tohum taşıyan ya da **açıktohumlu** bitki grubu. Bu grupta **tohumlu eğreltiotları**, günümüzün **sikad**ları, **ginkgo**lar ve **ibreli**ler ile **glossopterid**ler gibi soyu tükenmiş bazı gruplar yer alır.

Tohumlu eğreltiotu
Pteridospermler olarak da bilinen soyu tükenmiş, önemli bir **açıktohumlu** bitki grubu. Karakteristik özellikleri tohumların gelişliği eğreltiotlarınınkine benzeyen yapraklarıdır. Geç **Devoniyen**'de ortaya çıkmışlar ve Geç **Kretase**'de yok olmuşlardır.

Tortul kaya
Tortulaşmayla – tipik olarak bir araya gelen küçük parçaların yerçekimi, rüzgâr, su ya da buz gibi bazı kuvvetlerce sıkıştırılmasıyla– oluşan bir kaya ya da yapı.

Toynaklı
Toynakları olan, **plasentalı** ve otçul bir **memeli** grubu. Geleneksel olarak bunların, benzer hayvanlardan oluşan doğal bir monofiletik grup oldukları düşünülürdü; ama artık farklı kökenleri olduğu biliniyor.

Trilobit
Erken **Kambriyen**'de ortaya çıkan ve karakteristik baş, gövde ve kuyruk olmak üzere boylamasına üç bölümden ve yanlardaki loblardan oluşan beden planları olan soyu tükenmiş büyük bir deniz eklembacaklıları grubu. Soyları Geç **Permiyen**'de tükenmiştir.

Triyas Devri
Mesozoyik Zaman'ın 251 myö ile 200 myö arasında kalan ilk devri. **Permiyen**'in sonundaki soy tükeniş felaketinin ardından yaşam **Triyas**'la **dinozor**lar gibi önemli sürüngen gruplarının ortaya çıkmasıyla birlikte hem karalarda hem de denizlerde aşamalı bir iyileşme geçirmiştir.

Tür
Genetik benzerlikleri sayesinde birbirleri arasında çiftleşip sağlıklı yavrular üretebilecek kadar yakın ilişkileri olan canlı grubu. Bu temel üreme ölçütü, fosil kayıtlarına uygulanamadığından soyu tükenmiş türler genellikle anatomik özelliklerine göre sınıflandırılırlar.

Türemiş özellik
Birkaç türün ortak atasında ortaya çıkmış olan ve o tür grubuna ya da **klad**a özgü, orijinal bir özellik.

Uyarlanma
Bir canlıyı özel bir ortama ya da yaşam tarzına daha uyumlu yapan biyolojik bir dönüşüm ya da süreç.

Vendiyan
Bir zamanlar **Prekambriyen**'in bir dönemi için kullanılan bir terim; artık onun yerine **Ediacara Devri** (630 myö - 542 myö) kullanılıyor.

Yayılım
Bir grup içindeki canlıların hem çeşit olarak hem de sayıca hızla çoğaldığı dönem. Genellikle kitlesel bir yok olma olayından kurtulmayı başarmış gruplarda görülür.

Yumuşakça
Solungaçlarını ve öteki organlarını örten bir manto dokusuyla tanımlanan büyük bir **metazoan** grubu. Bazı türleri salgıladıkları sıvılarla karbonattan bir kabuk oluşturur. Yumuşakçalar **Kambriyen**'de ortaya çıkmışlardır. Günümüzdeki temsilcileri arasında sümüklüböcekler, çiftkabuklular, supyalar ve ahtapotlar sayılabilir. Ammonoidler ve belemnidler de soyu tükenmiş yumuşakça gruplarındandır.

DİZİN

Yer adlarını içeren dizin için 300.-323. sayfalardaki Saha Adları Dizini'ne bakınız.

Tür adlarını içeren dizin için 326.-329. sayfalarda yer alan Tür Dizini'ne bakınız.

İtalik sayfa numaralarıyla görsellere gönderme yapılmıştır.

A

B

C Ç

D

E

F

G

H

I İ

TEŞEKKÜR

Peter Barrett
Bu kitabın ortaya çıkmasında, eksilmeyen desteği ve teşviğiyle önemli bir rol oynayan ancak Ocak 2009'da daha kitap tamamlanmadan ne yazık ki aramızdan ayrılan temsilcim Virgil Pomfret'e şükranlarımı sunarım.

Douglas Palmer
Bu kitabın ortaya çıkmasını sağlayan çok değerli katkıları ve hoşgörüleri için Cambridge Üniversitesi'nden Peter Taylor, Giles Sparrow, Phil Gilderdale, Jenny Faithfull ve Dr. Roger Benson'a teşekkür ederim. Ayrıca gösterdiği tahammül için eşim Tamsin'e de teşekkürü bir borç bilirim.

Yayınevi
Bu projedeki yardımları için Dr. Charles Crumly, Dr. Kelvin Padian, Suzanne Arnold, Carole Ash, Yasia Williams, Colin Ziegler, Patrick Mulrey, Trudy Brannan, Jenny Lawson, Gary Almond, Geoff Borin, Jaspreet Bahra, Georgina Atsiaris, Jennifer Vladmirsky, George Philip Ltd. ve Kenny Grant'a teşekkür eder.

Görüntüler için teşekkürler

1 Gety Images / Kim Taylor
2 Gety Images / David Muir
8 Science Photo Library
10 (üst sol) Alamy / Kathy deWitt
10 (orta sol) Alamy / Phil Degginger
10 (alt) Frank Lane Picture Agency Ltd. / Mitsuaki Iwago / Minden Pictures
11 (üst sol) Alamy / Phil Degginger
11 (üst sağ) Science Photo Library / Volker Steger
12 (üst sol) Science Photo Library / Sheila Terry
12 (orta sol) Natural History Museum Picture Library
12 (alt) Natural History Museum Picture Library
13 (üst sol) Alamy / Colin Underhill
13 (üst sağ) Alamy / North Wind Picture Archives
16 (sol) Science Photo Library / George Bernard
16 (sağ) Getty Images
18 (orta sol) Getty Images
18 (üst sol) Science Photo Library / Science Source
19 (üst sağ) Natural History Museum Picture Library
19 (orta sağ) Natural History Museum Picture Library
20 (orta) AKG
20 (alt) Getty Images / Jim Ballard
20 (orta sol) Getty Images / Time & Life Pictures
20 (üst sol) Science Photo Library / George Bernard
20 (orta sağ) Science Photo Library / Jean-Loup Charmet
21 (üst orta) Science Photo Library
21 (üst sağ) Natural History Museum Picture Library
21 (üst sol) Natural History Museum Picture Library
22 (üst sol) Douglas Palmer
23 (orta sağ) Science Photo Library / James King-Holmes
23 (üst sol) Natural History Museum Picture Library
23 (üst sağ) Science Photo Library / James King-Holmes / Oxford Center for Molecular Sciences
24 (üst sağ) Science Photo Library / Dr. Mark J. Winter
24 (orta sol) Science Photo Library / Pasieka
24 (alt) Natural History Museum Picture Library
25 (üst sol) H. J. Holmann, McGill University
25 (sol) Michael S. Engel Image, "Evolution of the Insects" (David A. Grimaldi and Michael S. Engel, Cambridge University Press, 2005) izniyle yeniden üretilmiştir
26 (alt) Alamy / Visual and Written SL
26 (üst sol) Science Photo Library / Sinclair Stammers
27 (üst sol) Alamy / blickwinkel
27 (alt sol) Science Photo Library / David Parker
27 (orta sağ) Natural History Museum Picture Library
27 (üst sağ) Tony Waltham Geophotos
28 (alt) Getty Images The Bridgeman Art Library / Copper Age
28 (üst sol) Santiago Ramirez
29 photolibrary.com/OSF
29 (üst sol) Shutterstock / Ismael Montero verdu
30 (alt sol) Science Photo Library / Sheila Terry
30 (alt sağ) Douglas Palmer
30 (üst sol) Prof. Eelco J. Rohling & Jens Kallmayer
31 (üst sol) Alamy / Ace Stock Limited
31 (alt right) Corbis UK Ltd. / Charles Jean Marc / Corbis Sygma
31 (üst sağ) University of California Museum of Paleontology Florissant Fossil Beds National Monument, Herb Meyer'in fotoğrafı
32 (alt sol) Science Photo Library / Philippe Plailly / Eurelios
32 (üst sol) Shutterstock / suravid
33 (üst sol) Science Photo Library / Eye of Science
33 (üst sağ) Science Photo Library / Herge Conge, ISM
33 (alt) Shutterstock
37 (sol) Lochman Transparencies
37 (orta) Abigail Allwood
37 (sağ) Reg Morrison
39 (sağ) Martin Braiser
39 (sol) William Schopf
41 (sol) Prof. Michael J. Hambrey
41 (sağ) Dr. J. G. Gehling
43 (sol) Douglas Palmer
43 (sağ) Reg Morrison
43 (orta) Guy Narbonne
45 (sağ) Douglas Palmer
45 (sol) Ken McNamara
46 Wes Watters
47 (sol) Wes Watters
47 (sağ) Stephoen Bengtson
49 (orta) Derek Siveter
49 (sağ) Derek Siveter
49 (üst sol) Derek Siveter
49 Prof. Degan Shu
50 Getty Images / Jeff Rotman
51 (sol) photolibrary.com / Don Farrall
51 (üst sağ) Dr. J. G. Gehling
51 (alt sağ) Science Photo Library / Martin Bond
54 (uzak üst) Fotolia / Eric Gevaert
54 (üst) Fotolia / javarman
54 (orta üst) photolibrary.com / OSF / Richard Manuel
54 (orta) Reg Morrison
54 orta alt) Science Photo Library / Andrew J. Martinez
54 (alt) Fotolia / Bradford Lumley
54 (uzak alt) Fotolia / BERA
55 Getty Images / Jeff Rotman
57 (orta sağ) Prof. Simon Conway Morris
57 (sol) Prof. Simon Conway Morris
57 (orta sol) Douglas Palmer
57 (sağ) Douglas Palmer / DEG Briggs
59 (orta) Humboldt State University Natural Museum
59 (sağ) Museum of Comparative Zoology, Harvard University
61 (orta) Philippe Janvier
63 (orta) Prof. Richard Aldridge
65 (üst orta) Hunterian Museum and Art Gallery
65 (üst sağ) Hunterian Museum and Art Gallery
65 (alt sağ) Hunterian Museum and Art Gallery
67 (üst sol) Derek Siveter
67 (sağ) Dr. Alan Thomas
69 (sol) Dianne Edwards
69 (orta sağ) Dianne Edwards
69 (orta sol) Dianne Edwards
71 (sol) Paul Selden / Paul Selden & John Nudds: Fossil Ecosystem, Manson Publishing Ltd. 2004
71 (sağ) Paul Selden / Paul Selden & John Nudds: Fossil Ecosystem, Manson Publishing Ltd. 2004
73 (sol) Hunsruck Museum
73 (alt sağ) Hunsruck Museum
73 (üst sağ) SPM / GDKE-Erdgeschichte RLP
75 (sağ) Ken McNamara
75 (sol) John Long
77 (sol) Dr. Brian Chatterton
77 (sağ) Dr. Brian Chatterton
79 VIREO / Ted Daeschler
81 (sol) American Museum of Natural History
81 (alt sağ) American Museum of Natural History
83 (sağ) Dr. Jennifer A. Clack
83 (sol) Musee National de l'Histoire Naturelle, Paris
85 (sol) © The trustees of the National Museums of Scotland
85 (orta sağ) © The trustees of the National Museums of Scotland
85 (sağ) © The trustees of the National Museums of Scotland
87 (sol) Dr. Richard Lund
87 (üst orta) Dr. Richard Lund
87 (alt orta) Dr. Richard Lund
89 (sol) Rich Paselk
89 (orta) Rich Paselk
91 (orta) Natural History Museum Picture Library
91 (sol) Dr. John Calder
91 (sağ) Dr. John Calder
93 (sağ) Corbis UK Ltd.
93 (sol) Dr. John Calder
95 (sol) Dr. Boris Ekrt
95 (orta sol) Dr. Boris Ekrt
95 (orta sağ) Prof. Michael J. Hambrey
97 (sağ) Roger Smith
97 (alt sol) Natural Visions
99 (sağ) Alamy / Natural Visions
99 (sol) Michael S. Engel Courtesy of Michael S. Engel
101 (alt sağ) Thomas Martens
101 (üst sol) David Berman
103 (sol) Science Photo Library
103 (sağ) Mary E. White / Jim Fraizer
103 (orta) Mary E. White / Jim Fraizer
105 (sol) Roger Smith
105 (üst sağ) Roger Smith
105 (alt sağ) Roger Smith
107 (sağ) Giles Sparrow
109 (alt sol) Shutterstock / Serge Zastavkin
111 (sol) Roger Smith
113 (orta) Juan Carlos Cisneros
113 (sağ) Juan Carlos Cisneros
115 (sol) Jean-Claude Gall
115 (orta) Jean-Claude Gall
115 (sağ) Jean-Claude Gall
117 (sol) Heinz Furrer
117 (sağ) Heinz Furrer
119 (sol) Terry Jones
119 (orta) Terry Jones
121 (üst sol) Paul Sereno / Project Exploration
121 (sağ) Paul Sereno / Project Exploration
123 (üst sağ) Natural History Museum Picture Library
123 (alt sol) Elgin Museum
123 (orta) Elgin Museum
125 (sol) Prof. Randall Irmis
125 (sağ) Prof. Randall Irmis
126 Ardea / Francois Gohier
127 (sol) Natural History Museum Picture Library
129 (üst sol) Natural History Museum Picture Library
129 (alt sol) Natural History Museum Picture Library
129 (sağ) Natural History Museum Picture Library
131 (orta sol) Urwelt-Museum-Hauff
131 (orta sağ) Urwelt-Museum-Hauff
131 (sol) Urwelt-Museum-Hauff
133 (üst sol) University of Chicago
133 (alt sol) Zhe-Li Lou
133 (sağ) Xu Xing
135 (sol) Dr. Sylvain Charbonnier
135 (üst sağ) Dr. Sylvain Charbonnier
135 (alt sağ) Dr. Sylvain Charbonnier
136-7 Shutterstock / Serge Zastavkin
137 (sol) Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin
137 (orta) Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin
137 (sağ) Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin

139 (sol) Dr. Thomas Martin
139 (orta) Dr. Thomas Martin
139 (sağ) Dr. Thomas Martin
141 (alt sol) Corbis UK Ltd.
141 (sağ) Science Photo Library
142 Corbis UK Ltd.
143 (sol) Corbis UK Ltd.
143 (sağ) Jura-Museum Eichstatt
145 (sağ) Natural History Museum Picture Library
147 (sol) Ardea / Francois Gohier
147 (orta) Ardea / Francois Gohier
147 (sağ) Royal Tyrrell Museum
149 (sol) Natural History Museum Picture Library
149 (sağ) Muséum des Sciences Naturelles, Paris
151 (sol) Natural History Museum Picture Library
153 (sağ) Natural History Museum Picture Library
153 (orta) Natural History Museum Picture Library
153 (sol) Dr. Yuanqing Wang
154 Zhe-Li Luo
155 (orta) Dr. David Dilcher
155 (sol) Hong Kong Science Museum
157 (sağ) American Museum of Natural History
157 (orta) Forschunginstitut und Naturmuseum Senckenberg
159 (orta) David Martill
159 (sağ) David Martill
160 David Martill
161 (sol) David Martill
161 (sağ) David Martill
163 (üst sağ) Patricia Rich
163 (alt sağ) Patricia Rich
165 (sol) Queensland Museum
165 (sağ) Queensland Museum
167 (orta) Ardea / Masahiro Iijima
168 Rodolfo Coria
169 (alt orta) Ardea
169 (üst orta) Rodolfo Coria
171 (sağ) Ardea / Francois Gohier
171 (üst sol) DigiMorph.org
171 (alt sol) Museum Victoria
172 Corbis UK Ltd.
173 (sol) Corbis UK Ltd.
173 (sağ) Corbis UK Ltd. / Louis Psihoyos
175 (sol) Royal Tyrrell Museum
175 (orta) Royal Tyrrell Museum
177 (sol) Musee National de l'Histoire Naturelle, Paris
179 (orta) Royal Tyrrell Museum
179 (sağ) Royal Tyrrell Museum
181 (sağ) Natural History Museum Picture Library
181 (sol) Yale University Peabody Museum of Natural History
181 (orta sol) Yale University Peabody Museum of Natural History
182 Getty Images / De Agostini
183 (sol) Science Photo Library / Mark Pilkington / Geographical Survey of Canada
183 (üst sağ) Science Photo Library / Alan Sirulnikoff
183 (alt sağ) NASA / Visible Earth
186 (üst) Fotolia / wojtekkozlowski
186 (üst orta) Fotolia / Wayne Johnson
186 (orta) Fotolia / Corbis UK Ltd.
186 (alt orta) Fotolia / Larry Leach
186 (alt) Fotolia / Zoltán Futó
187 (üst) Getty Images / Richard A. Cooke III
187 (alt) Science Faction / Clein
189 (alt sol) Yale University Peabody Museum of Natural History
189 (üst sağ) Yale University Peabody Museum of Natural History
189 (alt sağ) UCMP Berkeley
189 (üst sol) UCMP Berkeley
191 (orta) Yale University Peabody Museum of Natural History
191 (sol) Ardea Pat Morris
191 (sağ) NPS
193 (üst sağ) Natural History Museum Picture Library
193 (sağ) Natural History Museum Picture Library
195 (sol) Museo Civico di Storia Naturale di Verona
195 (sağ) Museo Civico di Storia Naturale di Verona
197 (sol) Forschunginstitut und Naturmuseum Senckenberg
197 (orta) Forschunginstitut und Naturmuseum Senckenberg
197 (sağ) Getty Images / AFP
199 (sol) Forschunginstitut und Naturmuseum Senckenberg
199 (orta) Forschunginstitut und Naturmuseum Senckenberg
201 (sol) Dr. K. Cristopher Beard
201 (orta) Dr. K. Cristopher Beard
203 (sol) Natural History Museum Picture Library
203 (üst sağ) Yale University Peabody Museum of Natural History
203 (alt sağ) Yale University Peabody Museum of Natural History
205 (sol) Florissant Fossil Beds National Monument'ın izniyle, Museum of Comparative Zoology Harvard University Photo'dan Herb Meyer
205 (orta) Florissant Fossil Beds National Monument'ın izniyle, Museum of Comparative Zoology Harvard University Photo'dan Herb Meyer
205 (sağ) Florissant Fossil Beds National Monument örneği FLFO-50, Herb Meyer
207 (sağ) Science Photo Library RIA / Novosti
209 (üst sol) Henk Godthelp
211 (sol) Natural History Museum Picture Library
211 (orta üst) Prof. Alan Walker
211 (orta alt) Prof. Alan Walker
213 (orta) Natural History Museum Picture Library
213 (sol) Yale University Peabody Museum of Natural History
215 (sol) Prof. Michael Brunett
215 (orta) Prof. Michael Brunett
217 (sol) Science Photo Library / John Reader
217 (orta) Science Photo Library / John Reader
217 (sağ) Science Photo Library / John Reader
219 (orta) Science Photo Library / John Reader
219 (sol) Science Photo Library / Pascal Goetgheluck
221 (sağ) Science Photo Library
221 (sol) Science Photo Library / John Reader
221 (orta) Science Photo Library / Pascal Goetgheluck
223 (sol) Science Photo Library / Javier Trueba / MSF
223 (orta) Science Photo Library / Javier Trueba / MSF
223 (sağ) Science Photo Library / Javier Trueba / MSF
225 (orta) Science Photo Library / Pascal Goetgheluck
225 (sol) Zhoukoudian Site Museum
225 (sağ) Zhoukoudian Site Museum
227 (sol) Christopher Henshill wood
227 (orta) Christopher Henshill wood
227 (sağ) Christopher Henshill wood
229 (orta sağ) Natural History Museum Picture Library
229 (orta sol) Prof. Dr. Christoph P. E. Zollikoler
229 (sol) Prof. Dr. Christoph P. E. Zollikoler
229 (sağ) Dr. Clive Finlayson
231 (sol) Prof. Jim Bowler
231 (orta) Prof. Jim Bowler
231 (sağ) Prof. Jim Bowler
233 (üst sol) RIA Novosti
233 (alt sağ) Natural History Museum Picture Library
233 (sol) Douglas Palmer
235 (sağ) Alamy / Steve Hamblin
235 (sol) Natural History Museum Picture Library
237 (sol) Jean Clottes
237 (orta) Jean Clottes
237 (sağ) Jean Clottes
239 (sağ) Science Photo Library / Equinox Graphics
239 (sol) Prof. Peter Brown
239 (orta) Prof. Peter Brown
241 (sol) Prof. Tom D. Dillehay
241 (orta sol) Prof. Tom D. Dillehay
241 (orta sağ) Prof. Tom D. Dillehay
241 (sağ) Prof. Tom D. Dillehay
243 (sol) Alamy / Steve Hamblin
243 (orta) Denver Museum of Nature & Science
245 (orta) Natural History Museum Picture Library
245 (sağ) Natural History Museum Picture Library
245 (sol) Te Papa Museum
247 (sol) Dr. Susannah Porter
247 (orta) Greg McDonald
247 (sağ) Greg McDonald
248 (sol) Science Photo Library / D. Roberts
248 (orta sol) Science Photo Library / Bert Myers
248 (orta) Science Photo Library / D. Roberts
248 (orta sağ) Science Photo Library / Gustoimages
248 (sağ) Science Photo Library / D. Roberts
249 Science Photo Library / Gustoimages
254 Fotolia / Charlotte Erpenbeck
256 Fotolia / Jose Gil
258 Fotolia / John Anderson
260 Fotolia / Stephen Kerkhofs
262 Fotolia / Tom Robbrecht
264 Fotolia / mhp
266 Fotolia / Martin Wilkinson
268 Fotolia / Ian Scott
270 Fotolia / Marcel Hurni
272 Giles Sparrow
274 Roger Smith
276 Zhe-Li Luo
278 Fotolia / Igundson
280 Fotolia /Adriaan J. van den Berg
282 Fotolia / Sven Hoppe
284 Fotolia /laurent
286 Fotolia /nslanev
288 Fotolia /cris13
290 Royal Tyrrell Museum
292 Ardea / Masahiro Iijima
294 Corbis UK Ltd. / Louis Psihoyos
296 (üst sol) Cliff Manuel, GeoScience Adventures, Inc.
296 (üst orta) photolibrary.com / Imagestate / David Reed
296 (üst sağ) Shutterstock / Serge Zastavkin
296 (alt sol) Alamy / Alex Timaios Argentina Photography
296 (alt orta) Getty Images / Hein von Horsten
296 (alt sağ) Ardea / Jean-Marc La Roque / Auscape
298 Robert Loveridge
299 (orta sol) Corbis UK Ltd. / Jonathan Blair
299 (orta sağ) SPL / Javier Trueba / MSF
299 (sağ) Derek Siveter
299 (sol) Roger Smith
300-301 Cliff Manuel, GeoScience Adventures, Inc.
302-303 Robert Loveridge
304-305 Lonely Planet Images / Greg Elms
306-307 Lonely Planet Images / Chris Mellor
308-309 Dr. John Calder
310-311 Getty Images / Hein von Horsten
312-313 photolibrary.com / Imagestate / David Reed
314-315 Cliff Manuel, GeoScience Adventures, Inc.
316-317 Shutterstock / Serge Zastavkin
318-319 Paul Selden & John Nudds: *Fossil Ecosystems*, Manson Publishing Ltd. 2004
320-321 Ardea / Jean-Marc La Roque / Auscape
322-323 Alamy / Alex Timaios Argentina Photography
324 (üst sol) Fotolia / Chushkin
324 (üst orta) Fotolia / Marcel Hurni
324 (üst sağ) Fotolia / Robert Young
324 (alt sol) Fotolia / chrismr
324 (alt orta) Fotolia / leekaygee
325 (alt sağ) Fotolia / Duncan Noakes
325 Fotolia / Eric Gevaert
326 (sol) Fotolia / Van Truan
326 (orta sol) Fotolia / Meloth
326 (orta sağ) Fotolia / Duncan Noakes
326 (sağ) Fotolia / leekaygee
327 (sol) Fotolia / Michael Prisille
327 (orta sol) Zhe-Li Luo
327 (orta sağ) Fotolia / laurent
327 (sağ) Fotolia / chrismr
328 (sol) Fotolia / Van Truan
328 (orta sol) Fotolia / Meloth
328 (orta sağ) Fotolia / Duncan Noakes
328 (sağ) Fotolia / leekaygee
329 (sol) Fotolia / Michael Prisille
329 (orta sol) Zhe-Li Luo
329 (orta sağ) Fotolia / laurent
329 (sağ) Fotolia / chrismr
330 Fotolia / chrismr
331 Fotolia / Duncan Noakes
332 Fotolia /emmi
333 (alt sol) Fotolia / Impala
333 (üst sağ) Derek Siveter
334 Fotolia / Grigory Kubatyan
335 (alt sol) Fotolia / Nick Biemans
335 (üst sol) Fotolia / Sahara Nature
336 (alt sol) Frank Lane Picture Agency Ltd. / R. Dirscherl
336 Fotolia / Winston Lue
337 (üst sağ) Fotolia / Van Truan
338 Fotolia / wdeon
339 (üst sol) Fotolia / Duey
339 (alt sağ) Hunsruck Museum
340 (üst) Douglas Palmer
340 (alt) Fotolia / Oren Sarid
341 (alt) Fotolia / bumble bee
341 (üst) Zhe-Li Luo
342 (alt) Science Photo Library / Martin Land
342 (üst) Fotolia / Zlatko Ivancok
343 Fotolia / makuba
344 Natural History Museum Picture Library
344 Fotolia / Eric Gevaert
345 Fotolia / Philip Date
346 Fotolia / outdoorsman
347 (üst sağ) Fotolia / Chushkin
347 (alt sol) Fotolia / Michael Prisille
348 Thomas Martens
349 (üst) Fotolia / Dmitry Rukhlenko
349 (alt) Fotolia / Rusty Dodson
350 (üst) Fotolia / Robert Young
350 (alt) Fotolia / Susan Flashman
351 (üst) Ardea / Francois Gohier
351 (alt) Fotolia / Meloth
352 (alt sağ) Douglas Palmer / DEG Briggs
352 (üst) Fotolia / Monty Chandler
352 (alt sol) Fotolia / Ribe
353 Fotolia / Gail Johnson
354 (alt) Fotolia / Richard Carey
355 (üst) Dianne Edwards
355 (alt) Dr. Brian Chatterton
356 Ardea / Francois Gohier
356 Fotolia / Nevermore
357 National Museums of Scotland
358 (sol) Fotolia / Sebastien Delehaye
358 (sağ) Dr. Alan Thomas
359 (alt) Fotolia / InspirBtion
359 (üst) Fotolia / leekaygee
364-365 (sol) Science Photo Library / John Reader

ZAMAN ÇİZELGESİ

Bu dört sayfada yer alan jeolojik ve evrimsel zaman çizelgesinde, Dünya'daki yaşamın öyküsü, 4,6 milyar yıl önce gezegenin oluşumundan insanın ortaya çıkışına kadar yaşamın birbirini izleyen dönemleri şeklinde verilmiştir.



İLK YAŞAM 36-39. s.
Batı Avustralya'daki fosilleşmiş stromalolitlerde, 3,4 milyar yıl önce siyanobakterilerin yaşadığını gösteren, yeryüzündeki yaşamın ilk izleri korunmuştur.



KARTOPU DÜNYA 40-41. s.
Yaklaşık 640 myö Dünya'da büyük bir iklim değişikliği oldu; dönemin kayalarında izler bırakan şiddetli bir dizi küresel buzullaşma yaşandı.



EDIACARA 42-45. s.
Fosil kayıtlarında yer alan ilk karmaşık hayvanlar, gizemli Ediacara'dır. Bunlar tümüyle soyu tükenmiş yaşam biçimleridir; ama olasılıkla aralarında denizanalarının ataları da bulunuyordu.



KAMBRİYEN PATLAMASI 48-49. s.
Yaklaşık 520 myö canlı çeşitliliğinde ve karmaşıklığında görülen ani artışın izleri Çin'de Chengjiang'daki tabakalarda korunmuştur.

600 590 580 570 560 550 540 530 520 510

NEOPROTEROZOYİK

PREKAMBRİYEN

KAMBRİYEN

PALEOPROTEROZOYİK

ARKEEN

MEZOPROTEROZOYİK



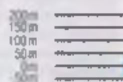
İLK AVCILAR 46-47. s.
Avcı hayvanlarla ilgili ilk izlere Namibya'nın Nama Group bölgesinde Kambriyen'in ilk başlarında yaşamış "küçük kabuklu faunası"nda raslanmıştır.

DEĞİŞEN YERKÜRE

Yerkabuğu, gezegenin içindeki bazı kuvvetlerle çok ağır hareket eden bir dizi plakadan oluşur. Plakaların birbirinden uzaklaştığı yerlerde yeni yerkabuğu ortaya çıkar. Buralarda yarıklar oluşur, büyür; yeni deniz ve okyanuslar doğar. Bu sırada yerkabuğunun bazı bölümleri de plakaların birbiriyle çarpıştığı yerlerde yerin altına girer ve bozularak ortadan kalkar.

SICAKLIK VE DENİZ DÜZEYİ
Aşağıdaki ölçekte jeolojik zaman boyunca Dünya'nın ortalama sıcaklığındaki değişimler ile deniz düzeylerinin günümüz deniz düzeyiyle karşılaştırmalı değişimi gösterilmiştir.

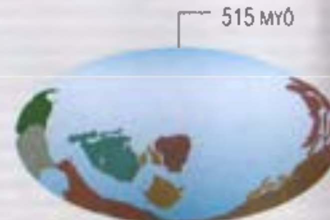




565 MYÖ



515 MYÖ





BURGESS SHALE 56-57. s.
Kanada'daki bu ünlü fosil yatağında, Kambriyen Patlaması'nın –bilinen en eski modern hayvan gruplarını içeren– ileriki bir evresi gözler önüne seriliyor.



GELİŞEN BALIKLAR 64-65. s.
Yaklaşık 430 myö İskoçya'da Lesmahagow'da oluşan Silüriyen çökellerinden birçok omurgasız hayvanın yanı sıra, çenesiz agnathan balıkların da Ordovisiyen sonu soy tükenişinden kurtulduğu ve çeşitlendiği anlaşılıyor.



RHYNIE CHERT 70-71. s.
İskoçya'daki 408 myö'ye tarihlenen bu bulgu yerinde, en iyi korunmuş ilk kara ekosistemlerinden biri (çeşitli damarlı bitkilerin ve küçük kara eklembacaklılarının bulunduğu bir turba batağı) bulunmuştur.



LOB YÜZGEÇLİ BALIKLAR 76-77. s.
Batı Avustralya'daki Gogo kayalarında hem ışın yüzgeçli hem de lob yüzgeçli balıklardan birçok türün fosili korunmuştur.

500 490 480 470 460 450 440 430 420 410 400MYÖ 390 380 370 360 350 340

ORDOVİSİYEN | SİLÜRİYEN | DEVONİYEN | KA

PALEOZOYİK



ORDOVİSİYEN OMURGASIZLARI 58-59. s.
ABD'de Trenton'daki Ordovisiyen çökelleri, yaklaşık 460 myö denizlerdeki omurgasız çeşitliliğini ve bolluğunu gözler önüne seriyor.

İLK KARA BİTKİLERİ
Bitkilerin karalara çıkışı Ordovisiyen'in sonlarında yaklaşık 450 myö ya da ondan bir süre önce olmuştur. Başlangıçta sudan çok da uzaklaşamayan küçük yosunsu briyofitlerle sınırlıydılar.



İLK ÇENELİ BALIKLAR 72-73. s.
Almanya'daki Hunsruck Slate'te bulunan ve yaklaşık 407 myö yaşamış iğneli acanthodialar, işlevsel bir çenesi olan ilk balıklardır.



KARA TETRAPO
Ichthyostega ve *A*
gelişmiş uzuvları
tetrapodlardır. He
Grönland'ın 366
kayalarında keşfe



STETHACANTHI
Ender rastlanan k
ABD'de Montana'
örnekleri sayesin
yapısı taşıyan, bu
dünyasına kısa bi



İLK BALIKLAR 60-61. s.
İlk çenesiz "agnathan" balıklar Orta Ordovisiyen ile Üst Ordovisiyen arasında ortaya çıkmıştır. Bunların en iyi korunmuş örneklerinden bazıları Bolivya'daki 455 milyon yaşındaki Cochabamba çökellerindedir.



DAMARLI BİTKİLER 68-69. s.
Welsh Borders'daki Ludford Lane çökellerinde yaklaşık 419 myö yaşamış, gövdesi dik duran, yapraksız, damarlı bitki *Cooksonia*'nın fosilleri bulunmuştur.



"BALIKAYAK" 78-79. s.
Kanada Arktiği'nin kayaları arasında keşfedilen olağanüstü *Tiktaalik* lob yüzgeçli bir balıktı; ama yüzgeçleri bazı uyarlanmalarla kol benzeri bir uzva dönüşmüştü–sonraki tetrapodlara doğru çok önemli bir aşamaydı.

Buralarda eriyen kayalar yüzeydeki yanardağları tetikler. Kalın kara kütleleri çarpıştığında karalar bükülür ve katlanır. Bunun sonucunda da yeni dağ sıraları oluşur. Bu jeolojik hareketler, sayfanın altında yer alan harita dizisinde olduğu gibi, belli bir kesinlikle Prekambriyen'e dek yeniden canlandırılabilir.

455 MYÖ



415 MYÖ



375 MYÖ





DOĞU KIRKTON 84-85. s.
İskoçya'daki bu bulgu yerinde keşfedilen ve yaklaşık 328 myö'ye tarihlenen fosillerle bir tatlı su gölünde ve çevresinde yaşayan ilk tetrapodlardan birçoğu gözler önüne serilmiştir.



İLK SÜRÜNGENLER 92-95. s.
Aralarında *Hylonomus*'un da bulunduğu bilinen ilk sürüngenler, Nova Scotia'daki Joggins'te ortaya çıkartılan fosilleşmiş bir ormanda bulunmuştur.



YELKEN SIRTLI SİNAPSİDLER 98-99. s.
Permiyen'de sinapsid amniyotlar, yelken sırtlı *Dimetrodon* gibi sürüngen benzeri türlerden çok memeli benzeri türlere doğru evrim geçirmiştir.



GRÈS À VOLTZIA 114-115. s.
242 myö'nden kalma bu eski ırmak deltasının eşsiz koruma koşullarında, ilk tünel örümceği *Rosamygale* gibi birçok Triyas eklembacaklısı fosilleşmiştir.



İLK DİNOZORLAR 120-121. s.
En eski ve en az özelleşmiş dinozorlar Arjantin'deki Ay Vadisi'nde keşfedilmiştir.



MEMELİLER ÇEŞİTLENİYOR 132-133. s.
İç Moğolistan'daki Daohugou'dan çıkartılan ve yaklaşık 168 milyon yıllık fosiller sayesinde dinozorlarla bir arada yaşayan ilk küçük memelilerin şaşırtıcı çeşitliliği gözler önüne serilmiştir.



TÜYLÜ DİNOZORLAR 150-155. s.
Çin'de Liaoning'de çıkartılan fosillerden Kretase'de birkaç theropod dinozor grubunun tüylendiği anlaşılıyor.



İLK KUŞLAR 140-141. s.
Bilinen ilk kuş *Archaeopteryx* yaklaşık 151 myö, Almanya'da Solnhofen'daki bir lagünün yakınlarında yaşamıştı.

330 | 320 | 310 | 300MYÖ | 290 | 280 | 270 | 260 | 250 | 240 | 230 | 220 | 210 | 200MYÖ | 190 | 180 | 170 | 160 | 150 | 140 | 130 | 120

BONİFER | PERMİYEN | TRİYAS | JURA

MESOZOYİK

...LARI 82-83. s.
...anthostega tam
...dan bilinen en eski
...ikisi de Doğu
...ilyon yaşındaki
...ilmiştir.



...3 86-87. s.
...daki balık fosillerinin
...ki Bear Gulch'ta bulunan
...larça benzeri bir sırt
...arıp köpekbalıklarının
...bakış atabiliyoruz



ÜST KARBONİFER BUZUL ÇAĞI 96-97. s.
Yaklaşık 299 myö, Karbonifer Devri'nin sonunda çok şiddetli bir buzul çağı oldu. Bunun kanıtları Güney Afrika'daki Karoo Çanağı'nda keşfedildi.



BATAKLIK ORMANLARI 88-89. s.
ABD'deki Mazon Creek'ten çıkartılan 314 milyon yaşındaki fosillerden görüldüğü gibi karbonifer boyunca dev kibritotlarından, tohumlu eğreltilerden ve atkuyruklarından oluşan yoğun ormanlar dünyanın her yanına yayılmıştı.

PERMİYEN SONU YOK OLUŞU
Yaklaşık 250 myö, Sibirya'da çok geniş alanlara yayılan volkanik etkinlikler büyük bir iklim krizine ve ardından da Dünya tarihinin gördüğü en şiddetli yok oluşa yol açtı.



DENİZ SÜRÜNGENLERİ 116-117. s.
Orta Triyas'a gelindiğinde bazı sürüngen grupları denize geri döndü ve çok özel nişleri kaplayan deniz avcıları oldu. İtalya-İsviçre sınırındaki Monte San Giorgio'da yaklaşık 233 myö'den kalma bütün bir ekosistemin fosilleri keşfedildi.



İLK UÇUCULAR 118-119. s.
Kırgızistan'ın Fergana Vadisi'nden çıkartılan, Orta Triyas'ta yaşamış, süzülerek uçan diapsid sürüngen *Sharovipteryx* ve *Longisquama*'nın fosilleriyle tetrapodların gökleri de istila etmesinin ilk aşamaları gözler önüne serilmiştir.



DEV DİNOZORLAR 136-137. s.
Tanzanya'daki Tendaguru'dan çıkartılan ve aralarında dev sauropod dinozorlardan bazılarının da bulunduğu yaklaşık 152 milyon yaşındaki fosiller kıyı bataklıklarında oluşmuştur.



LYME REGIS 128-129. s.
İngiltere'nin Jurasik Kıyıları'ndan çıkartılan yaklaşık 195 milyon yıllık ünlü fosillerde gelişen ve çeşitlenen deniz ortamı korunmuştur.



ÇİÇEKLİ BİTKİLER 158-161. s.
Brezilya'daki 112 milyon yıllık Crato Formasyonu'nda çiçekli bitkilerle böceklerin karşılıklı evrimsel ilişkisini ortaya koyan en eski kanıtlardan bazıları da keşfedilmiştir.



MORRISON FORMASYONU 144-147. s.
Ortabatı ABD'de çıkartılan Orta Jura fosilleri arasında *Apatosaurus*, *Allosaurus* ve *Stegosaurus* gibi en iyi bilinen dinozorlardan bazılarının fosilleri de vardı.

320 MYÖ | 255 MYÖ | 220 MYÖ | 185 MYÖ | 150 MYÖ



TÜYLÜ DİNOZORLAR 150-155. s.
Çin'de Liaoning'de çıkarılan fosillerden Kretase'de birkaç theropod dinozor grubunun tüylendiği anlaşılıyor.



İLK KUŞLAR 140-141. s.
Bilinen ilk kuş *Archaeopteryx* yaklaşık 151 myö. Almanya'da Solnhofen'daki bir lagünün yakınlarında yaşamıştı.



BISHOP 162-163. s.
Avustralya'daki Dinosaur Cove'dan çıkarılan bu küçük memelinin günümüz monotremlerinin ilk akrabalarından biri olduğu düşünülüyor.



KRETASE PARK 174-175. s.
Kanada'daki 74 milyon yıllık Judith Irmağı çökellerinde iyi bilinen birçok dinozorun kalıntıları keşfedilmiştir.

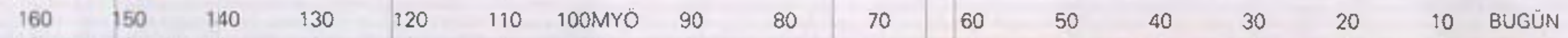


KRETASE-TERSİYER YOK OLUŞU
65,5 myö bütün dinozor soy hattı (kuşların dışında) başka birçok türle birlikte yok olmuştu. Buna Meksika Körfezi'ne düşen 10 km çaplı bir göktaşının yol açtığı küresel bir iklim krizi neden olmuştu.

MEMELİ PATLAMASI 180-181. s.
Kretase-Tersiyer Yok Oluşu'ndan sonra memeli grupları hızla çeşitlendi ve ABD'de Montana'daki Crazy Mountain'de çıkarılan 62 milyon yıllık fosillerde görüldüğü gibi boşalmış ekolojik nişleri doldurdu.



İNSANLIĞIN ŞAFAĞI 220-221. s.
Tanzanya'da Olduvai'de bulunan taş aletler *Homo* cinsinin ilk üyesi *Homo habilis* ile aynı yaştadır.







...RLAR 136-137. s.
...ru'dan çıkarılan ve ...opod dinozorlardan ...aklaşık 152 milyon ... kıyı bataklıklarında oluşmuştur.



ÇİÇEKLİ BİTKİLER 158-161. s.
Brezilya'daki 112 milyon yıllık Crato Formasyonu'nda çiçekli bitkilerle böceklerin karşılıklı evrimsel ilişkisini ortaya koyan en eski kanıtlardan bazıları da keşfedilmiştir.



PATAGONYA DEVLERİ 166-169. s.
Yaklaşık 98 myö'den kalma Güney Amerika fosillerinden bitki yiyen sauropodlarla etçil theropodların kıtanın ayrılmasından sonra dev boyutlara ulaştığı anlaşılmıştır.



MESSEL 196-197. s.
Almanya'da Messel'deki şeyllerden çıkarılan olağanüstü fosillerde memelilerin, kuşların ve böceklerin çeşitlenişi gözler önüne seriliyor.



İLK İNSANGİL 214-215. s.
Çad'ın Curab Çölü'nde keşfedilen 7 milyon yaşındaki *Sahelanthropus tchadensis* insanlarla insansı maymunların ayrım noktasına yakın bir yerde yer alır.



MORRISON FORMASYONU 144-147. s.
Ortabatı ABD'de çıkarılan Orta Jura fosilleri arasında *Apatosaurus*, *Allosaurus* ve *Stegosaurus* gibi en iyi bilinen dinozorlardan bazılarının fosilleri de vardı.



KULUÇKADAKİ DİNOZORLAR 170-173. s.
Moğolistan'da Ukhaa Tolgod'da 80 milyon yıllık kuluçkada *Oviraptor* (resimdeki), otçul *Protoceratop* ve avcı *Velociraptor* fosilleri bulunmuştur.



İKİ AYAK ÜZERİNDE YÜRÜMEK 216-217. s.
Tanzanya'da bulunan ünlü "Laetoli ayak izleri"nden yaklaşık 3.8 myö insangillerin dik yürümeyi geliştirdiği açıkça görülüyor.



PANORAMİK BAKIŞ

Kitap boyunca yer alan resimlerin arka arkaya eklenmesiyle yaşamın ilk tekhücreli canlıdan günümüze kadar olan tarihinin kapsamlı bir panoraması ortaya çıkıyor.



Peter Barrett, yanlışsız ve eşsiz suluboya çalışmalarıyla uluslararası ün kazanmış bir doğa tarihi illüstratörüdür. Bu kitap onun 40 yılı aşkın meslek yaşamının doruğunu temsil eder. Barrett, Devon ile Somerset sınırındaki Blackdown Hills'te yaşamaktadır.

Douglas Palmer, Cambridge Üniversitesi Institute of Continuing Education'da dersler veren bir bilim yazarıdır. *Fosil Dedektifleri* (Fossil Detectives), *İnsanın Kökenleri* (The Origins of Man), *Her Yönüyle Dünya* (The Complete Earth) ve *Yedi Milyon Yıl* (Seven Million Years) adlı kitapların da aralarında bulunduğu çok sayıda eserin sahibidir. Dünyaca ünlü bilim dergilerinden *Science*, *BBC Wildlife Magazine* ve *New Scientist*'in yazarlarındandır.

EVRİM ATLASI

